

**DISEÑO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE UN CENTRO DE SERVICIO TECNICO
PARA LA FLOTA VEHICULAR DE LA EMPRESA ROYAL EXPRESS**

SANTIAGO RESTREPO DIAZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

2020

**DISEÑO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE UN CENTRO DE SERVICIO TECNICO
PREVENTIVO PARA LA FLOTA VEHICULAR DE LA EMPRESA ROYAL
EXPRESS**

SANTIAGO RESTREPO DIAZ

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero mecánico

Director

CARLOS ALBERTO MONTILLA MONTAÑA

I.M., M.Sc.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

2020

Nota de aceptación

DEDICATORIA

A mi madre Natalia, a mi hermana Sarah Luna y a mi abuela María Elena, por ser mis motores y porque gracias a ellas soy todo lo que soy hoy en día.

A mi familia, por apoyarme y ayudarme durante todo este largo y arduo proceso de formación profesional y personal.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor Carlos Alberto Montilla Montaña, por ser mi guía durante la elaboración del presente trabajo y por compartirme sus valiosos conocimientos que me permitieron culminar mi etapa universitaria e iniciar mi vida laboral.

A todos los docentes que hicieron parte de mi formación profesional durante mi etapa en la universidad, porque gracias a ellos seré un profesional integro.

A algunos de mis compañeros que estuvieron conmigo en la universidad, porque me colaboraron cuando tenía dificultades de aprendizaje.

A la Universidad Tecnológica de Pereira, por haberme abierto sus puertas y permitirme hacer parte de ella y representarla con orgullo.

A las empresas Cooperativa Roya Express y Royal Tour Plus, por abrirme sus puertas para iniciar mi etapa profesional y por haberme facilitado la información para la realización del presente trabajo.

A toda mi familia y allegados, por haberme ayudado y apoyado cuando tuve dificultades de diferentes índoles.

A mi abuela María Elena, por ser una segunda madre para mí.

A mi hermana Sarah Luna, porque a pesar de no ser el mejor hermano, Ella siempre me ha dado su amor.

A mi madre Natalia, porque siempre ha estado a mi lado queriéndome, acompañándome y guiándome por el mejor camino; agradezco a la vida por permitirme ser su hijo.

CONTENIDO

	Pág.
Introducción	1
Planteamiento del problema	3
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Metodología	5
1. Descripción de la empresa	6
1.1. Descripción breve	6
1.2. Misión	6
1.3. Visión	6
1.4. Política integral	6
1.5. Estructura organizacional	7
1.6. Parque automotor	8
2. Normatividad aplicable	12
3. Falencias y posibles soluciones en el mantenimiento de los vehículos de la empresa	13
4. Marco teórico	
4.1. Definiciones de mantenimiento	14
4.2. Tipos de fallas	14
4.3. Tipos de mantenimiento	15
4.4. Subsistemas objeto de mantenimiento en un vehículo	16
4.4.1. Motor	17
4.4.2. Suspensión	28
4.4.3. Sistema de frenos	32
4.4.4. Sistema de refrigeración	36
4.4.5. Chasis	39
4.4.6. Carrocería	39
4.4.7. Sistema eléctrico	40

4.4.8. Dirección	44
4.4.9. Transmisión	48
5. Posible mercado objetivo	54
5.1. Composición del posible mercado objetivo	57
6. Portafolio de servicios y productos a ofrecer	58
6.1. Plan de mantenimiento preventivo	58
6.2. Plan de mantenimiento “premium”	68
6.3. Personalización del plan de mantenimiento y plan de mantenimiento del fabricante	69
6.4. Servicios de mantenimiento individuales	69
6.5. Venta de insumos y repuestos vehiculares de alta rotación	70
7. Diseño del centro de servicio técnico	72
7.1. Obstáculos en disponibilidad y tiempos de los vehículos	72
7.2. Capacidad instalada	73
7.3. Numero de operarios y de puestos de trabajo	74
7.4. Tamaño de las instalaciones	78
7.5. Maquinaria, equipos y herramientas	86
7.6. Características y especificaciones de los equipos	92
7.7. Instalaciones necesarias en un taller	105
7.8. Repuestos e insumos necesarios	107
7.9. Niveles de inventarios	111
7.10. Manejo de residuos contaminantes	120
7.11. Personal	121
7.12. Posible ubicación del proyecto	123
8. Estudio económico del proyecto	127
8.1. Presupuesto de puesta en marcha	127
8.2. Proyección de los pasivos financieros	131
8.3. Costos de personal	134
8.4. Recaudos por ventas de repuestos e insumos y prestación del servicio de mantenimiento preventivo	138
8.5. Proyección en gastos de servicios públicos	144

8.6.	Estado de resultados o de pérdidas y ganancias (P&G)	145
8.7.	Flujo de caja del proyecto	148
8.8.	Punto de equilibrio	149
8.9.	Tiempo de recuperación de la inversión	152
9.	Análisis de la propuesta económica	153
10.	Conclusiones	156
11.	Recomendaciones	158
12.	Bibliografía	160
13.	Anexos	162

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos de mantenimiento para vehículos	60
Tabla 2. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo vehicular	64
Tabla 3. Herramientas necesarias para el mantenimiento	86
Tabla 4. Máquinas y equipos necesarios para el mantenimiento	91
Tabla 5. Valor de herramientas y equipos	128
Tabla 6. Valor de enseres	129
Tabla 7. Valor de inventario inicial	129
Tabla 8. Presupuesto de puesta en marcha	130
Tabla 9. Pasivos financieros e intereses del año 1	131
Tabla 10. Pasivos financieros e intereses del año 2	132
Tabla 11. Pasivos financieros e intereses del año 3	132
Tabla 12. Pasivos financieros e intereses del año 4	133
Tabla 13. Pasivos financieros e intereses del año 5	133
Tabla 14. Costos de personal por mes del año 1	135
Tabla 15. Costos de personal por mes del año 2	136
Tabla 16. Costos de personal por mes del año 3	136
Tabla 17. Costos de personal por mes del año 4	137
Tabla 18. Costos de personal por mes del año 5	137
Tabla 19. Recaudos año 1	139
Tabla 20. Recaudos año 2	140
Tabla 21. Recaudos año 3	141
Tabla 22. Recaudos año 4	142

Tabla 23. Recaudos año 5	143
Tabla 24. Consumo energético y servicios mensuales	144
Tabla 25. Conceptos y porcentajes	147
Tabla 26. Discriminación de costos	150
Tabla 27. Información para el PE	151
Tabla 28. Punto de equilibrio año 1	151
Tabla 29. Flujo de caja y flujo acumulado	152

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura organizacional de la Cooperativa Royal Express	8
Figura 2. Vehículo de tipo camioneta	9
Figura 3. Vehículo tipo microbús	9
Figura 4. Vehículo tipo buseta	10
Figura 5. Vehículo tipo bus	10
Figura 6. Bloque de un motor	17
Figura 7. Carter de un motor	18
Figura 8. Culata de un motor	18
Figura 9. Múltiple de un motor	19
Figura 10. Válvulas de un motor	20
Figura 11. Bujías de un motor	20
Figura 12. Turbocompresor de un motor	21
Figura 13. Intercooler de un motor	22
Figura 14. Cigüeñal de un motor	22
Figura 15. Árbol de levas	23
Figura 16. Inyector de combustible	24
Figura 17. Cuerpo de aceleración del motor	24
Figura 18. Pistón y biela	25
Figura 19. Válvula EGR de un motor	26
Figura 20. Unidad de control del motor	26
Figura 21. Filtros de un motor	27
Figura 22. Empaquetaduras de un motor	28
Figura 23. Amortiguadores	29
Figura 24. Resortes helicoidales	29
Figura 25. Resortes de ballestas	30
Figura 26. Barra estabilizadora	31

Figura 27. Llantas	31
Figura 28. Zapatas de frenado	32
Figura 29. Tambores de frenado	33
Figura 30. Discos de frenado	33
Figura 31. Mordazas de frenado	34
Figura 32. Pastillas de frenado	35
Figura 33. Bombas de frenado	35
Figura 34. Radiador	36
Figura 35. Ventilador	37
Figura 36. Bomba de agua	38
Figura 37. Termostato	38
Figura 38. Chasis	39
Figura 39. Carrocería	40
Figura 40. Baterías vehiculares	41
Figura 41. Alternador	42
Figura 42. Motor de arranque	42
Figura 43. Sensores	43
Figura 44. Cableado	44
Figura 45. Caja de dirección	45
Figura 46. Barra de dirección	46
Figura 47. Volante	46
Figura 48. Terminal de dirección	47
Figura 49. Rotula	48
Figura 50. Embrague o Clutch	49
Figura 51. Caja de cambios	50
Figura 52. Árbol de transmisión	51
Figura 53. Cardan	52
Figura 54. Diferencial	53

Figura 55. Propuesta de cronograma de ejecución del plan de mantenimiento	67
Figura 56. Disponibilidad de la flota	73
Figura 57. Vistas vehículos tipo microbús	79
Figura 58. Vistas vehículos tipo bus	80
Figura 59. Vistas vehículos tipo buseta	81
Figura 60. Alineadora de vehículos livianos	92
Figura 61. Alineadora de vehículos pesados	93
Figura 62. Balanceadora	94
Figura 63. Dosificadora de grasas	95
Figura 64. Dosificadora de aceites	96
Figura 65. Compresor de aire alternativo	97
Figura 66. Elevador de dos columnas	98
Figura 67. Gato hidráulico	99
Figura 68. Soportes para gato hidráulico	99
Figura 69. Desmontadora automática	100
Figura 70. Equipo probador de baterías	101
Figura 71. Alineador de luces	102
Figura 72. Equipo probador y limpiador de inyectores	102
Figura 73. Extractor de aceites	103
Figura 74. Pistola neumática	104
Figura 75. Estructura organizacional del Centro de servicio técnico	123
Figura 76. Posible ubicación del proyecto respecto a la ciudad de Pereira	125
Figura 77. Área aproximada del establecimiento	125
Figura 78. Vista satelital del establecimiento	126
Figura 79. Flujo de caja	149

INTRODUCCION

En los últimos años en Colombia, el parque automotor y la industria automovilística han tenido un crecimiento importante y significativo en comparación con otros sectores de la industria colombiana, esto debido a las firmas de nuevos tratados de libre comercio con países industrializados y a la entrada de compañías dedicadas a la comercialización de todo tipo de vehículos automotores; dicho crecimiento ha llegado a tal punto de que el número de vehículos en Colombia ha alcanzado una cifra muy importante (15`337.965 vehículos para el año 2019, según el Registro Único de Transito **[1]**); esta cifra se distribuye de la siguiente manera:

- 57% (8`369.930 aproximadamente) corresponden a motocicletas y cuatriciclos.
- 42% (6`167.317 aproximadamente) corresponden a vehículos tipo automóvil, campero o camioneta.
- 1% (146.840) corresponden a maquinaria, camiones, buses, remolques, etc.

Este parque automotor seguirá incrementándose en los próximos años, sin embargo, el número de establecimientos en donde se prestan los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo para estos vehículos (centros de servicio técnico automovilístico o de mantenimiento automovilístico) no ha presentado un incremento significativo, a tal punto de que se ha convertido en un negocio bastante rentable debido a la poca competencia con otros centros de servicio técnico automovilístico.

Debido a lo anteriormente dicho, los propietarios de vehículos automotores (en especial automóviles) han decidido recurrir a los servicios de talleres más pequeños y rudimentarios y/o de mecánicos empíricos y con poco conocimiento técnico de los vehículos; estos sitios y personas no cumplen con los requisitos mínimos de seguridad, higiene y calidad para prestar este servicio, lo que ocasiona malas prácticas de mantenimiento, fallas adicionales en los vehículos, varadas inesperadas, un aumento importante en los costos de mantenimiento y de

repuestos de los vehículos a largo plazo, y lo más importante, un riesgo en materia de seguridad para los operarios y ocupantes de los vehículos así como también de los diferentes actores viales. Es por esto que la implementación de un negocio de este tipo puede ser bastante conveniente y rentable para el dueño de una empresa que cuente con una flota vehicular numerosa y que cumpla rutas preestablecidas, ya que facilita el control de los mantenimientos y le permite estar al tanto del estado de funcionamiento de todos sus vehículos por medio de diferentes actividades, tales como: ajustes menores, limpieza, lubricación y engrase; pasando a actividades más complejas y técnicas como: inspecciones, ajustes, calibraciones, mediciones, rediseño, etc.

Además del seguimiento del estado de sus vehículos, otra ventaja para una empresa que implemente este modelo de negocio, es la de dar cumplimiento a las diferentes normas, resoluciones y decretos que reglamentan el mantenimiento vehicular en las empresas que prestan el servicio de transporte, esto además puede ser aprovechable, ya que por medio de este modelo de negocio las otras empresas que también tienen como actividad económica principal el transporte, pueden pasar de ser competencia, a ser potenciales clientes y consumidores.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la empresa Royal Express cuenta con un plan de mantenimiento programado-correctivo muy básico, que no logra cubrir la revisión de la totalidad de los sistemas y subsistemas que componen sus vehículos (solo cubre el 70% de los subsistemas de los vehículos). Las reparaciones y revisiones periódicas que se le realizan a los vehículos de la flota de Royal Express las llevan a cabo personas y establecimientos subcontratados, los cuales realizan estos procedimientos de una manera muy empírica y poco técnica: en lugares no apropiados para la realización de estas actividades, con herramientas mal calibradas o inapropiadas para estas labores, insumos de mala calidad y además sin procedimientos definidos ni personal calificado.

Lo anterior ha causado que las paradas inesperadas y/o varadas que sufren los vehículos de la flota propia hayan aumentado significativamente (1 cada 15 días aproximadamente), ocasionando falta de disponibilidad en los vehículos para cumplir las rutas asignadas, pérdida de clientes debido a la disminución de la calidad del servicio y de los vehículos, y un aumento en los costos de mantenimientos y repuestos de cada vehículo.

Por lo anterior, la empresa Royal Express se planteó como objetivo dejar de recurrir a los servicios de un tercero para la realización de estos mantenimientos y apropiarse de estas labores, incursionando en el negocio de los centros de mantenimiento automovilístico, esto con el fin de reducir los costos de mantenimiento de sus vehículos y comenzar a generar ingresos y utilidades correspondientes a los mantenimientos de los vehículos de los asociados a su cooperativa.

Debido a esta problemática, surgió la iniciativa de realizar un diseño de un centro de servicio técnico automovilístico (determinar: locación, maquinas, equipos, herramientas y operarios; necesarios para la puesta en marcha de este) y la realización de un presupuesto de montaje y operación, para llevar a cabo este proyecto en un mediano plazo.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un diseño técnico y económico de un centro de servicio técnico automovilístico para la flota vehicular propia de la empresa Royal Express, atendiendo la resolución Mintransporte 315 de 2013.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el marco legal que regula los centros de servicio automovilístico.
- Identificar el marco legal en lo relacionado al mantenimiento preventivo de vehículos.
- Definir los servicios que va a prestar el centro de servicio automovilístico.
- Detectar, formular y proyectar en el mediano plazo, las necesidades del centro de servicio técnico automovilístico.
- Realizar un diseño de un centro de servicio técnico automovilístico (determinar: locación, maquinas, equipos, herramientas y operarios; necesarios para la puesta en marcha de este).
- Realizar un presupuesto o una estimación aproximada del valor de la inversión inicial para llevar a cabo el proyecto del centro de servicio técnico automovilístico de la empresa Royal Express.
- Realizar un presupuesto de operación del proyecto del centro de servicio técnico automovilístico de la empresa Royal Express.
- Analizar las necesidades de la empresa y recomendar la adquisición de un aplicativo computacional en particular, para gestionar el mantenimiento.
- Presentar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo.
- Definir procedimientos para determinar los costos por distancia recorrida de un vehículo, y así determinar cuán eficaz seria la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo se realizaron diferentes actividades:

1. Identificación del marco legal, la normatividad y permisos requeridos para el funcionamiento de estos establecimientos de servicio automovilístico.
2. Determinación de qué servicios se prestarán en el centro de servicio técnico.
3. Salidas de campo y visitas a otros establecimientos de mantenimiento y diagnóstico de vehículos.
4. Recolección de información y documentación de maquinaria, equipos y personal pertinente para el funcionamiento del centro mantenimiento preventivo.
5. Determinación de cuál es el mejor proveedor o proveedores (en precios, formas de financiación, plazos de pago, intereses, etc.) para la adquisición de las maquinas, equipos, herramientas e insumos necesarios para el funcionamiento del centro de servicio técnico.
6. Diseño del centro de servicio técnico.
7. Elaboración del presupuesto de inversión y operación del proyecto
8. Recomendar la adquisición de un aplicativo computacional en particular, para gestionar el mantenimiento.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1. DESCRIPCIÓN BREVE

La Cooperativa Multiactiva de Transportes Especiales y Turismo Royal Express, es una empresa que se dedica al transporte de pasajeros en las modalidades especial, empresarial, escolar y turismo, y que tiene una trayectoria de 42 años en el ámbito de transporte. La empresa cuenta con 2 sedes, una sede principal ubicada en la ciudad de Pereira, y una sucursal comercial ubicada en la ciudad de Armenia. En cuanto a personal, tiene una planta administrativa de 14 empleados y una operativa de 92 empleados, para un total de 106 colaboradores.

1.2. MISIÓN

“En la Cooperativa Royal Express prestamos el servicio de transporte especial de pasajeros en el territorio nacional, brindando seguridad, confianza y bienestar a nuestros clientes y asociados”.

1.3. VISIÓN

“Seremos para el 2022 la empresa líder en el servicio de transporte especial de pasajeros a nivel regional, incursionando en nuevas unidades de negocio relacionadas con nuestra actividad y el turismo”.

1.4. POLÍTICA INTEGRAL

“En la Cooperativa Royal Express prestamos servicio de transporte escolar, turístico y empresarial, garantizando la satisfacción de nuestros clientes y calidad en la prestación del servicio, brindando confiabilidad a los usuarios y entes de control.

Estamos comprometidos con la implementación de la seguridad y salud en el trabajo, en busca de la prevención de lesiones y enfermedades, promocionando y manteniendo las condiciones óptimas para la salud física, mental y social de nuestros asociados y colaboradores, mediante la implementación de estrategias

que permitan la identificación, evaluación y control de los riesgos inherentes a nuestra actividad económica.

Igualmente reiteramos nuestro respeto hacia el medio ambiente y desarrollo sostenible, a través de la identificación y control de los aspectos ambientales, socioculturales y económicos producto del proceso de nuestra operación.

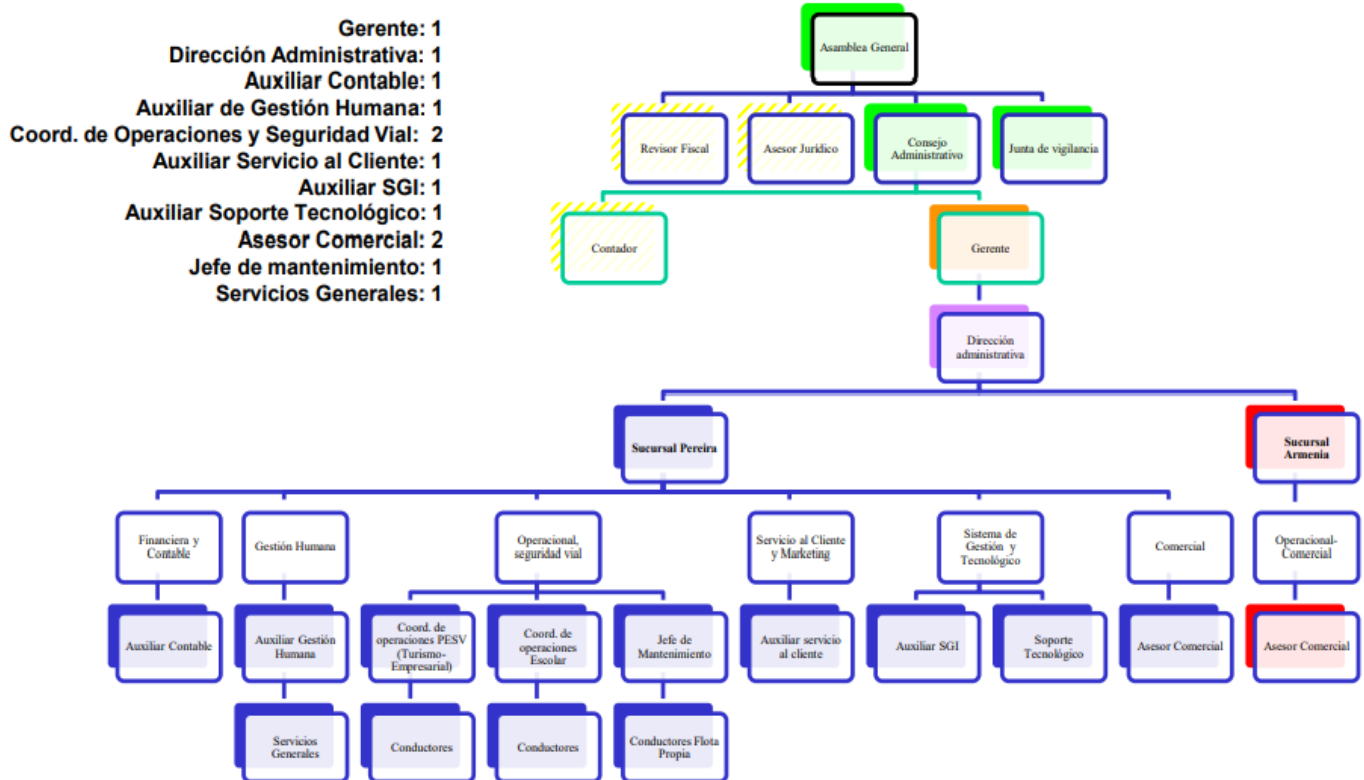
Además, la Cooperativa Royal Express cuenta con procedimientos en materia de seguridad vial, teniendo como prioridad la prevención de la ocurrencia de accidentes de tránsito, por lo cual, todo vehículo propio o subcontratado, deberá respetar y acatar la normativa y señales de tránsito, abstenerse de conducir bajo el efecto del alcohol, drogas o en estado de cansancio, contar con personal calificado y capacitado para la conducción segura de vehículos, cumplir con las revisiones preventivas y las técnico-mecánicas establecidas, así como con el alistamiento del vehículo antes de la marcha.

Es así, como nuestros compromisos son implementados bajo el cumplimiento de los requisitos legales aplicables y otros estipulados por la Cooperativa, enfocándonos en la mejora continua de nuestros procesos, de los Sistemas de Gestión Ambiental, Seguridad y Salud en el Trabajo, Calidad y Seguridad Vial”.

1.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de la empresa se corresponde con lo mostrado en la figura 1.

Figura 1. Estructura organizacional de la Cooperativa Royal Express



Fuente. El autor

1.6. PARQUE AUTOMOTOR

En la actualidad, la Cooperativa Royal Express cuenta con un parque automotor de 97 vehículos, el cual está distribuido de la siguiente manera:

- 2 vehículos tipo camioneta (Figura 2).

Figura 2. Vehículo de tipo camioneta



Fuente. El autor

- 65 vehículos tipo microbús o van (Figura 3).

Figura 3. Vehículo tipo microbús



Fuente. El autor

- 15 vehículos tipo buseta (Figura 4).

Figura 4. Vehículo tipo buseta



Fuente. El autor

- 15 vehículos tipo bus (figura 5).

Figura 5. Vehículo tipo bus



Fuente. El autor

Además, el 98% de los vehículos de la flota poseen motores Diesel turbo cargados (lo que implica que el mantenimiento de estos vehículos deba ser más meticuloso, debido a las altas relaciones de compresión y temperaturas que manejan estos motores).

El 60% de los vehículos que integran la flota han alcanzado al menos la mitad de su vida útil, lo que quiere decir que los componentes y partes de los sistemas principales del vehículo tales como el motor, la transmisión, los frenos y la suspensión, ya presentan un desgaste avanzado y requieren de mantenimiento más frecuente.

2. NORMATIVIDAD APLICABLE

Dentro del marco normativo que cubre el funcionamiento de los establecimientos de diagnóstico y mantenimiento de vehículos, así como también de cualquier empresa que preste los servicios de transporte se tienen:

- Resolución 315 del 2013: “Por la cual se adoptan unas medidas para garantizar la seguridad en el transporte público terrestre y se dictan otras disposiciones”.
- Resolución 3768 del 2013: “Por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los centros de diagnóstico automotor para su habilitación, funcionamiento y se dictan otras disposiciones”.
- Norma técnica colombiana 5771: “Gestión de servicio para talleres de mecánica automotriz”.
- Norma técnica colombiana 5385: “Centros de diagnóstico automotor, especificaciones del servicio”.
- Norma técnica colombiana 5375: “Revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes en vehículos automotores”.

3. FALENCIAS Y POSIBLES SOLUCIONES EN EL MANTENIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA

Al momento de iniciarse la práctica y antes de realizar el prediseño del centro de servicio técnico, se identificaron y evidenciaron diferentes debilidades y/o falencias en los procesos del área de mantenimiento de la empresa, así como también en los procesos con los que esta interactúa. Algunas de estas debilidades eran:

- Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo – programado que pudiese reducir el número de fallas potenciales y funcionales en los vehículos de la empresa.
- Falta de registro, seguimiento y trazabilidad en las actividades de mantenimiento realizadas a los vehículos de la flota.
- Inexistencia de un proceso de revisión básica diaria antes de realizar los recorridos.
- Escasa y casi nulo conocimiento e información de los vehículos, tanto comercial como técnica.
- Proveedores de insumos, repuestos y servicios inapropiados.
- Malas prácticas de mantenimiento.

Debido a lo anteriormente listado, en el año 2016 la superintendencia de puertos y transportes abrió una investigación a la empresa por el incumplimiento de los lineamientos y disposiciones adoptadas por la resolución 315 del 2013.

Es por esto, que surgió la necesidad de mejorar los procesos de mantenimiento por medio de un centro de servicio técnico y así dar solución a las falencias evidenciadas, y, además, generar ingresos extras gracias a la prestación del servicio de mantenimiento preventivo a los vehículos de los asociados y de las demás empresas de transporte de la región.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. DEFINICIONES DE MANTENIMIENTO

- **Definición 1 [2]:** Es mantener un ítem de producción en condiciones óptimas o hacer que recupere esa característica. Disciplina inherente a la producción y no se puede concebir a parte de ella.
- **Definición 2 [2]:** Parte de la ingeniería que con su acción ayuda a la conservación de los elementos de una empresa, sea cual fuere, además haciendo mínimas las fallas inesperadas con lo cual se obtendrá más economía, seguridad y eficiencia dentro de la empresa.
- **Definición 3 [2]:** Conjunto de recursos físicos (tierra, capital, equipos), recursos humanos, tecnología e información, que acoplados buscan mejorar la eficiencia del sistema de producción disminuyendo los paros, aumentando la confiabilidad del equipo garantizando la seguridad y un nivel de costos rentable, todo ello dentro del marco del desarrollo propio de la empresa y del país.
- **Definición 4 [2]:** Conjunto de actividades (planificadas y coordinadas) que propende a mantener los equipos (de diversa índole), en una condición operativa, lo más cercana posible a su estado teórico o nominal, con el mínimo de inversión (económica, tiempo, insumos), de manera segura para el personal y el medio ambiente, apoyando de manera positiva el cumplimiento de las metas de una organización.

4.2. TIPOS DE FALLAS

- **Falla funcional [2]:** Tipo de falla que impide que una maquina o equipo continúe en operación (ocurre avería mayor).
- **Falla potencial [2]:** Tipo de falla que no inhabilita a la maquina o equipo para que opere, pero en determinado momento propicia las condiciones para que

ocurra una varada. En otras palabras, una falla potencial es “una falla funcional en gestación”.

4.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

- **Mantenimiento correctivo [2]:** Sistema de mantenimiento en el que se interviene un equipo una vez que ha ocurrido una falla funcional o que se hace evidente que va a ocurrir una avería mayor (falla potencial).
- **Mantenimiento programado [2]:** Es aquel que se ejecuta deteniendo el equipo cada que se cumpla un lapso de tiempo predeterminado, procediendo luego a llevar unas actividades de limpieza, lubricación, desarme, cambio de partes de recambio y posterior rearme; generalmente el lapso de tiempo es el recomendado por el fabricante del equipo, desconociendo la cantidad e intensidad real de trabajo que haya efectuado el equipo.
- **Mantenimiento preventivo [2]:** Es un sistema de mantenimiento cuyo objetivo general es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular.
- **Mantenimiento predictivo [2]:** Se basa en estudiar los síntomas de falla y predecir la ocurrencia de la falla de una máquina, midiendo y analizando los cambios en las variables de operación de esta. El mantenimiento predictivo es una fase avanzada del preventivo, y se efectúan por un lado ensayos o pruebas sobre partes de las maquinas, y complementariamente se hacen mediciones de las variables de operación.
- **Mantenimiento productivo total [2]:** Mas que un sistema de mantenimiento, es la aplicación de toda una filosofía empresarial y personal, que busca maximizar la productividad en los procesos productivos, minimizando averías despilfarros y accidentes.

- **Mantenimiento centrado en la confiabilidad [2]:** Es una filosofía de gestión de mantenimiento, que optimiza la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, en función de que tan críticos son los activos, tomando en cuenta los posibles efectos que originan los modos de falla de dichos activos, sobre la seguridad, al ambiente, a las operaciones. En este sistema de mantenimiento se pone especial énfasis en el funcionamiento global del sistema, más que en el de cada equipo individualmente; un equipo no es intrínsecamente importante, sino por la función que desempeña dentro de un proceso productivo.
- **Mantenimiento basado en el riesgo [2]:** Es un sistema de mantenimiento de última generación, en el que se direccionan los recursos de mantenimiento hacia los equipos que un análisis probabilidad-riesgo determine que son los más riesgosos.

4.4. SUBSISTEMAS OBJETO DE MANTENIMIENTO EN UN VEHICULO

Los vehículos, más específicamente los automotores (automóviles, camionetas, buses, camiones, tractores, etc.) son máquinas muy complejas, compuestas por miles de partes que integran diferentes subsistemas que ensamblados a la perfección logran realizar tareas que al ser humano le serían imposibles de ejecutar tales como alcanzar altas velocidades, recorrer extensas distancias, transportar cargas pesadas, etc. Es por esta razón que para realizar los diseños de un establecimiento que preste el servicio de mantenimiento preventivo vehicular y de un plan de mantenimiento preventivo, primero se deben de conocer estos diferentes sistemas que componen los vehículos, así como también qué tareas cumplen y a qué condiciones están expuestos (llámese altas presiones, altas temperaturas, exposición a fluidos corrosivos, contacto con superficies abrasivas o con alta fricción, etc.).

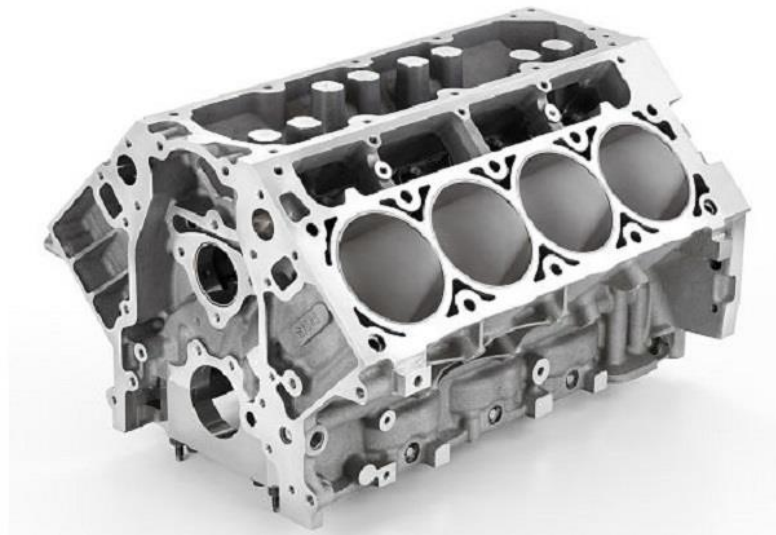
A continuación, se describen cada uno de los subsistemas principales de un vehículo automotor, y que funciones cumple en el:

4.4.1. Motor

Un motor de combustión interna es una máquina que transforma la energía potencial química presente en un combustible en energía mecánica rotacional, todo esto mediante procesos o tiempos en los cuales un combustible premezclado con aire y a alta presión y temperatura explota dentro de un cilindro, empujando hacia abajo un mecanismo pistón-biela-manivela el cual transforma el movimiento lineal en movimiento rotatorio y por consiguiente en energía mecánica. Algunas de las partes principales de un motor son:

- **Bloque (figura 6):** es el cuerpo principal del motor y el componente más grande y pesado, está compuesto por una pieza sólida de metal fundido y mecanizado, posee diferentes ranuras, agujeros y conductos en los que van ubicados los demás componentes del motor, y además por los que se almacena y mueve el refrigerante y el lubricante.

Figura 6. Bloque de un motor



Fuente. <https://como-funciona.co/un-bloque-de-motor/>

- **Carter (figura 7):** es la pieza que va ubicada en la parte inferior del bloque del motor, tiene forma de carcasa o depósito y su función principal es la de almacenar el aceite que lubrica el motor.

Figura 7. Carter de un motor



Fuente. <https://talleresyrepuestos.com/documentacion-tecnica/mantenimiento-del-motor/494-que-es-el-carter-tipos-de-carter>

- **Culata (figura 8):** es la pieza que va ubicada en la parte superior del bloque, cubriendo los cilindros y permitiendo un cierre hermético de estos para la combustión.

Figura 8. Culata de un motor



Fuente. <https://autolab.com.co/blog/culata/>

- **Múltiple (figura 9):** es la pieza que distribuye la mezcla en los cilindros del motor y que agrupa los gases de escape para expulsarlos por un solo tubo, según sea el caso. Se compone de varios conductos unidos y generalmente está fabricado de hierro fundido, lo que le permite resistir altas temperaturas y presiones.

Figura 9. Múltiple de un motor



Fuente. <https://www.monografias.com/trabajos104/motor-diesel/motor-diesel2.shtml>

- **Válvulas (figura 10):** es la pieza que permite que la mezcla de aire-combustible ingrese en la cámara de combustión; para después también, permitir que estos salgan de dicha cámara. Son una de las piezas más importantes del motor, están ubicadas en la culata y funcionan abriéndose y cerrándose gracias a la acción de un resorte que es comprimido por las levas del árbol de levas.

Figura 10. Válvulas de un motor



Fuente. <https://fierrosclasicos.com/las-valvulas-que-son-y-como-funcionan/>

- **Bujías (figura 11):** es el componente del motor que se encarga de provocar la combustión de la mezcla aire-combustible por medio de una chispa, esto para los motores cuyo combustible principal es la gasolina. En los motores Diesel, las bujías cumplen la función de precalentar el aire dentro de la cámara antes de que se inyecte el combustible.

Figura 11. Bujías de un motor



Fuente. <https://www.endado.com/consejos/como-y-cuando-cambiar-las-bujias-del-coche/>

- **Turbocompresor (figura 12):** es un mecanismo compuesto de una turbina acoplada por medio de un eje a un compresor centrífugo, la función principal del turbocompresor es la de aumentar la presión del aire que entra en la cámara de combustión. Este funciona aprovechando la energía que entregan los gases de escape, estos gases accionan la turbina y esta al estar acoplada directamente al compresor lo acciona, este comprime el aire y aumenta su presión permitiendo una combustión más eficiente y un aumento en la producción de torque y potencia.

Figura 12. Turbocompresor de un motor



Fuente. https://www.reparatucoche.com/blog/consejosreparatucoche/cuanto-cuesta-cambiar-el-turbo_1

- **Intercooler (figura 13):** es el componente del motor que se encarga de enfriar el aire después de que pasa por el turbocompresor, es básicamente un intercambiador de calor.

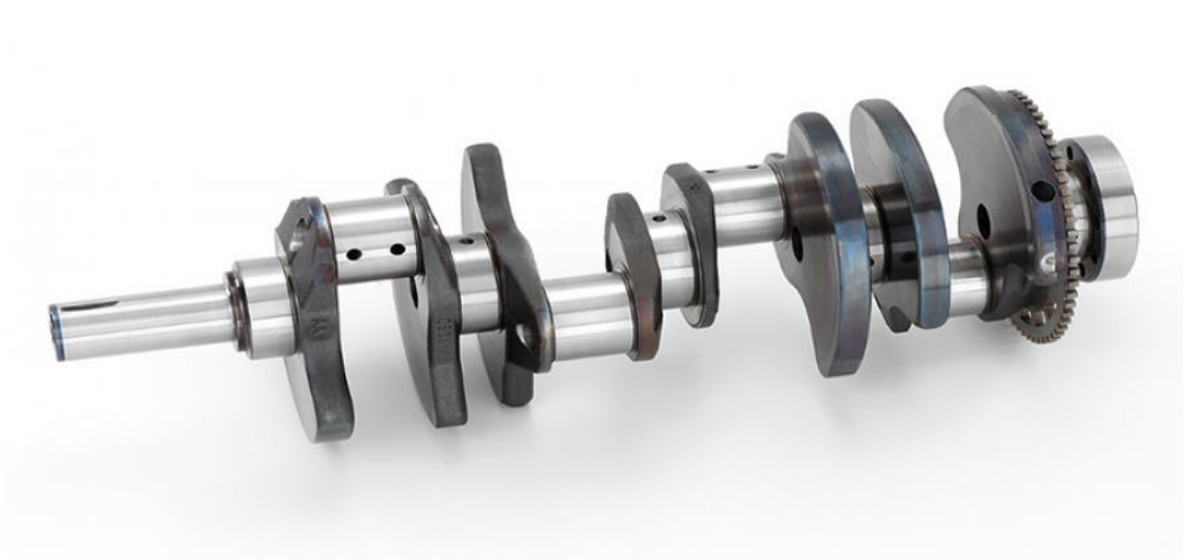
Figura 13. Intercooler de un motor



Fuente. <https://noticias.coches.com/consejos/intercooler-que-es-y-como-funciona/160303>

- **Cigüeñal (figura 14):** es un eje balanceado y compuesto por contrapesos y dobleces, sus funciones principales son las de soportar el mecanismo pistón-biela-manivela y transformar el movimiento lineal en rotatorio.

Figura 14. Cigüeñal de un motor



Fuente. <https://carplanet.mx/noticia/general/sabes-que-funcion-tiene-el-ciguenal-de-tu-auto/58dc359a56c16>

- **Árbol de levas (figura 15):** es un elemento compuesto de varias levas acopladas sólidamente a un eje. Su función principal es la de accionar las válvulas en diferentes tiempos y momentos, permitiendo que estas se abran o se cierren según sea la necesidad y según sea el diseño de la leva.

Figura 15. Árbol de levas



Fuente. <https://www.motor.es/que-es/arbol-de-levas>

- **Inyectores (figura 16):** es el componente del motor que se encarga de inyectar una determinada cantidad de combustible en la cámara de combustión. El combustible es inyectado de forma pulverizada o atomizada y a alta presión, lo que permite que se mezcle de forma uniforme con el aire que viene proveniente del turbocompresor. Los inyectores se encuentran posicionados en la parte superior de la cámara de combustión, en la culata.

Figura 16. Inyector de combustible



Fuente. <http://www.distribuciones-lcar.es/INYECTOR-BOSCH-REPARADO-OPEL-19-CDTI-0445110021-93183595-93169139-0986435007-7700107165>

- **Cuerpo de aceleración (figura 17):** es el mecanismo del motor que se encarga de controlar y regular la entrada de aire a las cámaras de combustión, todo esto a través de una válvula de mariposa la cual se abre y se cierra gracias a la acción del acelerador. El cuerpo de aceleración está gobernado por la ECU, la cual le indica la cantidad precisa de aire que debe dejar pasar a las cámaras de combustión.

Figura 17. Cuerpo de aceleración del motor



Fuente. <http://mecanicappweb.com/ajuste-de-cuerpo-de-aceleracion-nissan/>

- **Mecanismo pistón-biela (figura 18):** es el mecanismo encargado de recibir la energía proporcionada por la combustión de la mezcla aire-combustible y de transmitirla al cigüeñal, no sin antes convertir el movimiento lineal alternativo en movimiento circular.

Figura 18. Pistón y biela



Fuente. <https://autolab.com.co/blog/piston/>

- **Válvula EGR (figura 19):** la válvula EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) o en español válvula de recirculación de gases de escape, es un dispositivo de suma importancia en los motores modernos, su función principal es como lo indica su nombre: recircular parte de los gases de escape de vuelta a la cámara de combustión, esto con la finalidad de reducir los niveles de emisiones contaminantes producidos por dichos motores.

Figura 19. Válvula EGR de un motor



Fuente. <http://www.stockprofesional.com/VALVULA-EGR-25-TDI-EGR056-074129463A-724809520-724809520-72480952-72480952>

- **ECU (figura 20):** la ECU (*Engine control Unit*) o en español: unidad de control del motor, es un dispositivo electrónico que se encuentra en los motores modernos; la función principal de este dispositivo es la de controlar la mayoría de variables y aspectos funcionales del motor, tales como: cantidad de combustible inyectado en la cámara de combustión, proporción de aire combustible en la mezcla, presión en las cámaras de combustión, tiempos de ignición, tiempos de apertura y cierre de las válvulas, temperatura del motor, presión y flujo del turbo, etc. En palabras más simples, la ECU es el cerebro del motor.

Figura 20. Unidad de control del motor



Fuente. <https://www.ro-des.com/mecanica/centralita-motor-y-su-importancia/>

- **Filtros (figura 21):** los filtros tales como: filtro de aire, filtro de aceite, filtro de combustible, filtro de la trampa de combustible, etc. son elementos que, aunque son muy simples, cumplen unas de las funciones más importantes en el funcionamiento del motor; los filtros se encargan de filtrar e impedir el paso de contaminantes o partículas no deseadas, los cuales pueden afectar el correcto funcionamiento del motor.

Figura 21. Filtros de un motor



Fuente. <https://www.rodri.es/blog/porque-cambiar-filtros-coche/>

- **Empaquetaduras (figura 22):** las empaquetaduras, empaques o juntas, son elementos fabricados de materiales relativamente blandos, estos se colocan entre dos piezas cuya superficie de unión se copia. La función principal de las empaquetaduras en un motor es la de mantener un ajuste entre las dos piezas, evitando fugas o entradas de fluidos tales como lubricantes, refrigerantes, agua, aire, gases de escape, etc. Otra función de las empaquetaduras en un motor es la de mantener una hermeticidad en algunas partes del motor, para así evitar pérdidas de presión o temperatura, las cuales pueden afectar significativamente el correcto funcionamiento del motor.

Figura 22. Empaquetaduras de un motor



Fuente. <http://centrodelrepuesto.cl/repuestos/816-juego-empaquetadura-motor.html>

4.4.2. Suspensión

En la mecánica de automóviles, una suspensión es un conjunto de elementos mecánicos (algunos elásticos y otros rígidos) los cuales están acoplados de tal forma que permitan una unión y un movimiento relativo entre el chasis o bastidor con las ruedas. La función principal de la suspensión es absorber y disipar los efectos de las diferentes cargas que son ocasionadas gracias a los movimientos bruscos en la carrocería producto del estado de las vías. Algunas de las partes principales de una suspensión son:

- **Amortiguadores (figura 23):** un amortiguador es un dispositivo mecánico que consta de un vástago que se desliza dentro de un tubo que contiene un fluido compresible. La función principal de un amortiguador es la de absorber y disipar la energía mecánica generada por las oscilaciones, convirtiéndola de energía cinética a energía calórica.

Figura 23. Amortiguadores



Fuente. <https://tijuiliando.com/cada-cuanto-tiempo-debo-cambiar-los-amortiguadores-de-mi-carro/>

- **Resortes helicoidales (figura 24):** son elementos mecánicos con forma helicoidal, compuestos de varias espiras de alambre de acero, estos elementos tienen como función principal absorber y almacenar energía mecánica por medio de la deformación (ya sea comprimiéndose o alargándose) para luego transmitirla a otros elementos de la suspensión.

Figura 24. Resortes helicoidales



Fuente. <https://tijuiliando.com/cada-cuanto-tiempo-debo-cambiar-los-amortiguadores-de-mi-carro/>

- **Resortes de ballestas (figura 25):** son elementos mecánicos compuestos de varias hojas planas de diferentes longitudes (cada una más larga que la anterior) agrupadas por medio de bridas o “grapaspas” en forma de “U”, y acoplados en sus extremos al chasis por medio de balancines y pares rotativos. La función principal del resorte de ballesta es la misma que la del resorte helicoidal, absorber y almacenar energía mecánica por medio de su deformación; sin embargo, su principio de funcionamiento es muy diferente, ya que los resortes de ballestas trabajan a flexión. Estos tipos de resortes son usados principalmente en la suspensión de pesados o de carga.

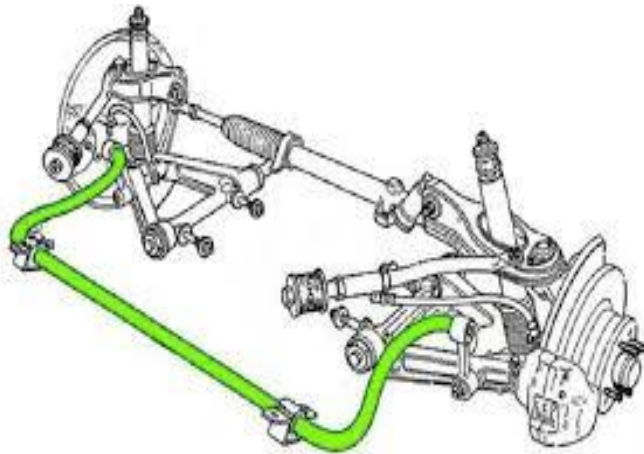
Figura 25. Resortes de ballestas



Fuente. <https://www.motordocor.es/ballestas>

- **Barra estabilizadora (figura 26):** es un elemento de la suspensión cuyo objetivo es el de lograr que ambas llantas de un mismo eje tengan el mismo movimiento alrededor de un eje vertical, esto con la finalidad de disminuir la inclinación hacia los costados que sufre el vehículo cuando una fuerza centrífuga actúa sobre él, al recorrer una curva.

Figura 26. Barra estabilizadora



Fuente. <https://www.actualidadmotor.com/que-es-una-barra-estabilizadora/>

- **Llantas (figura 27):** es uno de los componentes más importantes en los vehículos automotores, está compuesta por varias lonas de diferentes cauchos y también por hilos o filamentos de materiales como lo son el nilón, acero, aluminio, etc. con diferentes propiedades mecánicas, que la hacen resistente a la fricción y a los trajines que conllevan el estado de las vías.

Figura 27. Llantas



Fuente. <https://amortiautos.com/como-mantener-las-llantas-para-carros-en-buen-estado-aqui-te-contamos-como/>

4.4.3. Sistema de Frenos

En cualquier tipo de vehículo, el sistema de frenos es uno de los más importantes, y, por ende, hay que realizarle un apropiado mantenimiento. La función principal del sistema de frenado es la de disminuir la energía cinética que lleva el vehículo cuando va en movimiento y transformarla en otros tipos de energía, tales como calor (idealmente), y ondas mecánicas como lo son las vibraciones o el sonido (no tan deseadas). Existen varios tipos de sistemas de frenado, entre los que se encuentran: frenos de tambor y frenos de disco, los cuales pueden ser de accionamiento mecánico, hidráulico, neumático o una combinación de los anteriores (mixtos o híbridos). Algunos de los componentes principales de los sistemas de frenado de disco y/o de tambor son los siguientes:

- **Zapata (figura 28):** se encuentra en los frenos de tambor, son un elemento compuesto por dos partes principales: la banda, que es una placa de hierro con forma curva o semicircular; y el elemento de fricción, el cual puede estar hecho de diferentes materiales con un alto coeficiente de fricción, como por ejemplo el asbesto. El elemento de fricción va unido solidariamente a la banda por medio de remaches, los cuales se despuntan o liman para evitar que rayen la superficie interna del tambor de frenado.

Figura 28. Zapatas de frenado



Fuente. <https://casajaponpanama.com/es/zapatas-de-frenos/1524-zapatas-de-freno.html>

- **Tambor (figura 29):** se encuentra en los frenos de tambor, el tambor de frenado es un elemento cilíndrico, el cual va unido rígidamente a la rueda. Estos tambores, generalmente, están fabricados de hierro colado, el cual le aporta alta dureza para así evitar que el material de fricción de las zapatas de frenado lo desgasten rápidamente.

Figura 29. Tambores de frenado



Fuente. <https://www.autofacil.es/accesorios/2015/03/30/funciona-freno-tambor/24254.html>

- **Discos de freno (figura 30):** se encuentra en los frenos de disco, son elementos circulares planos, hechos de materiales con una alta dureza. Van unidos solidariamente a la rueda.

Figura 30. Discos de frenado



Fuente. <http://centralderepuestostr.com/discos-freno/>

- **Mordaza (figura 31):** este dispositivo se encuentra comúnmente en los sistemas de frenos de disco, consiste en una prensa equipada con pequeños émbolos o pistones los cuales se expanden gradualmente a medida que se pisa el freno. las mordazas a diferencia de los discos van unidas solidariamente al eje de la llanta.

Figura 31. Mordazas de frenado



Fuente. <https://como-funciona.co/un-caliper-de-freno/>

- **Pastillas (figura 32):** en los sistemas de freno de disco, las pastillas cumplen el papel del elemento final de frenado; al igual que las zapatas en los frenos de tambor, están compuestas de dos partes: una placa plana de acero o hierro, y el elemento de fricción. Estas son las encargadas de hacer contacto con el disco de freno y generar la fricción necesaria para detener la rueda.

Figura 32. Pastillas de frenado



Fuente. <https://www.pruebaderuta.com/cambiar-las-pastillas-de-freno-cuando-y-por-que.php>

- **Bomba de freno (figura 33):** es el dispositivo encargado de convertir la fuerza mecánica ejercida por el conductor sobre el pedal del freno en presión neumática o hidráulica (dependiendo del tipo de sistema de frenado) en el circuito de frenado, para después ser amplificada y redirigida a los elementos finales de frenado tales como mordazas, etc.

Figura 33. Bombas de frenado



Fuente. <https://como-functiona.co/una-bomba-de-frenos/>

4.4.4. Sistema de refrigeración

Este sistema es uno de los más importantes en el funcionamiento de un vehículo, ya que es el encargado de ayudar al motor a mantener unas temperaturas adecuadas para su correcto funcionamiento (ni muy bajas, ni muy altas), evitando así la generación gases contaminantes por las bajas o altas temperaturas de combustión, así como también el prematuro desgaste de los componentes del motor. Existen varios tipos de sistemas de refrigeración en los motores entre los que se encuentran los de refrigeración por agua, aire, aceite o alguna combinación de los anteriores. Algunos de los componentes principales del sistema de refrigeración son los siguientes:

- **Radiador (figura 34):** este dispositivo es el encargado de extraer el calor del refrigerante o del agua de refrigeración y expulsarlo a la atmosfera, generalmente está ubicado en el frente del motor y está conformado por dos depósitos (uno superior y uno inferior) en los cuales se almacena el fluido de trabajo en altas y bajas temperaturas respectivamente. Entre estos dos depósitos se encuentra el intercambiador de calor, el cual está formado por varios tubos delgados que forman un serpentín, el cual está cubierto de varias superficies llamadas aletas; estas aletas son las encargadas de

aumentar la superficie de transferencia de calor entre el serpentín y el aire atmosférico para así facilitar y agilizar la transferencia de calor.

Figura 34. Radiador



Fuente. <https://autoytecnica.com/radiador-funcion-vehiculo/>

- **Ventilador (figura 35):** es una turbomáquina hidráulica cuyo principio de funcionamiento consta de hacer pasar un flujo de aire a través de un rodete dotado de varias aspas fabricadas de plástico o acero, para así aumentar la velocidad del fluido de trabajo que pasa por este. En los motores de combustión interna es usado como disipador de calor, está ubicado frente al radiador y funciona gracias a un sistema de poleas que son accionadas ya sea por un motor eléctrico o directamente por el propio motor de combustión interna. El aire que pasa por el ventilador sale de este a altas velocidades y choca directamente con el radiador, ayudándolo así a desprenderse del calor proveniente del agua de refrigeración o del refrigerante.

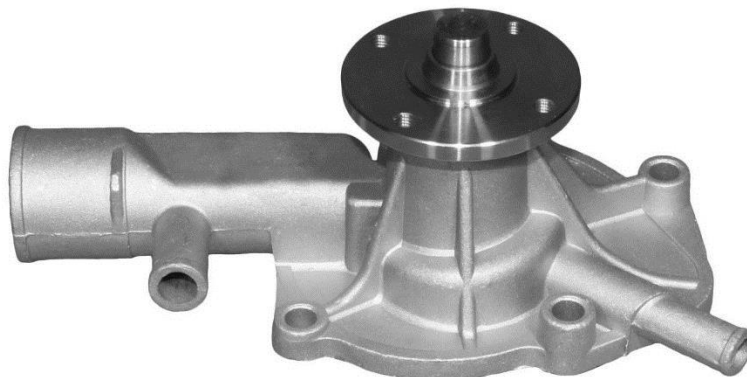
Figura 35. Ventilador



Fuente. <http://www.akron.com.mx/application/public/wordpress/las-funciones-del-ventilador-en-el-radiador/>

- **Bomba (figura 36):** al igual que el ventilador, es una turbomáquina hidráulica que hace pasar un fluido de trabajo a través de un rodete, a diferencia del ventilador, el fluido de trabajo de la bomba del sistema de refrigeración del motor es agua o líquido refrigerante. Está instalada en un costado o en la parte inferior del bloque del motor y es movida por un sistema de poleas que es accionado directamente por el cigüeñal del motor. La bomba succiona el fluido de trabajo del radiador (ya estando frío) y lo hace pasar nuevamente por el motor.

Figura 36. Bomba de agua



Fuente. <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-bomba-de-agua-sus-partes-y-su-funcion/>

- **Sensor y Termostato (figura 37):** el sensor de temperatura es un dispositivo eléctrico que se encarga de medir y controlar la temperatura del fluido de trabajo que pasa por el radiador y por el motor, y dependiendo de dicha temperatura acciona el termostato, el cual es un elemento electromecánico que abre y cierra un circuito en función de la temperatura.

Figura 37. Termostato



Fuente. <https://autolab.com.co/blog/termostato/>

4.4.5. Chasis

En los vehículos, el chasis (**figura 38**) es una estructura interna que se encarga de sostener todos los componentes del vehículo, tales como el motor, la transmisión, la suspensión, la carrocería, etc. El chasis también cumple la función de aportar rigidez, estabilidad y resistencia al vehículo. Generalmente está fabricado de diversos materiales como el hierro, el acero o aleaciones; está formado por diversas barras, vigas, travesaños y largueros de diferentes medidas y calibres. Otra de las funciones principales del chasis es la de garantizar la seguridad de los ocupantes del vehículo en caso de un choque, absorbiendo la energía del impacto.

Figura 38. Chasis

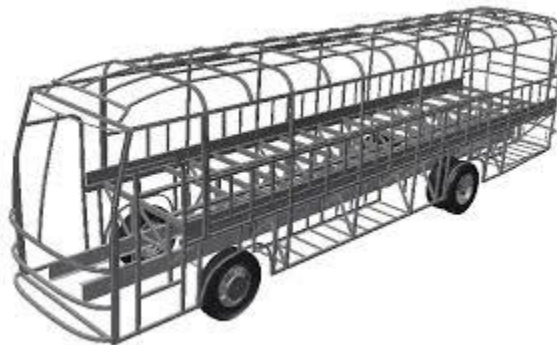


Fuente. <https://www.actualidadmotor.com/chasis-coches/>

4.4.6. Carrocería

En los vehículos, la carrocería (**figura 39**) es la estructura que se apoya sobre el chasis y que se encarga de albergar a los ocupantes de este, así como también de aportar estética al vehículo. Otra función importante de la carrocería es la de disminuir la fuerza de arrastre que actúa sobre el vehículo cuando este circula a altas velocidades, esto gracias a su diseño aerodinámico.

Figura 39. Carrocería



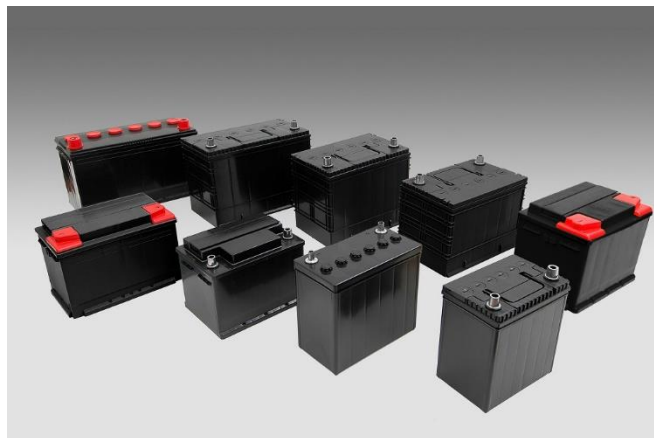
Fuente. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11774/2/ESPEL-MAI-0558-P.pdf>

4.4.7. Sistema Eléctrico

Es el encargado de generar, almacenar y distribuir la energía eléctrica en el vehículo. Este sistema tiene como otras funciones controlar el encendido del motor, monitorearlo y medir varias de sus variables de funcionamiento. Algunos de los componentes principales del sistema eléctrico son:

- **Baterías (figura 40):** es un dispositivo eléctrico cuya función principal es la de almacenar energía por medio de procesos químicos internos, para luego suministrarla a otros componentes del sistema eléctrico. Las baterías automotrices están formadas por varias placas fabricadas de plomo las cuales están cargadas positiva y negativamente unidas alternadamente por medio de un puente. Cada una de estas placas está sumergida en una solución electrolítica compuesta en su mayoría por agua destilada y ácido sulfhídrico. Su principio de funcionamiento se basa en combinar esta solución con las placas de plomo para producir una reacción química la cual produce corriente eléctrica.

Figura 40. Baterías vehiculares



Fuente. https://www.partesdel.com/partes_de_la_bateria_de_auto.html

- **Alternador (figura 41):** también conocido como generador, es un dispositivo eléctrico de gran importancia en el funcionamiento de los vehículos, está compuesto por 5 partes principales: polea, rotor, estator, regulador y puente rectificador de diodos. Su función principal consiste en transformar la energía mecánica en energía eléctrica, esto gracias al movimiento rotativo que es transmitido a este por medio de un sistema de poleas y correa; cuando la polea del alternador se hace girar, esta a su vez mueve el rotor (el cual está formado por un electroimán) el cual produce un campo magnético con el que las bobinas del estator (las cuales están formadas por bobinados de alambre de cobre) reaccionan produciendo corriente eléctrica. Esta corriente eléctrica pasa por el puente rectificador el cual la transforma de corriente alterna a corriente continua, la necesaria para el funcionamiento del vehículo.

Figura 41. Alternador



Fuente. <https://www.autofacil.es/tecnica/2014/11/13/sirve-alternador-funciona/21469.html>

- **Arranque (figura 42):** también conocido como motor de arranque, consiste en un motor eléctrico auxiliar el cual tiene la función de ayudar a facilitar el encendido y la posterior ignición del motor de combustión interna. Cuando el conductor hace girar la llave de ignición del vehículo, cierra un circuito el cual hace funcionar el motor de arranque, este a su vez está acoplado directamente al volante de inercia del motor de combustión interna por medio de un pequeño piñón, lo cual conlleva a que cuando el motor de arranque gira hace girar también el volante de inercia y al cigüeñal del motor. Cuando el motor de arranque alcanza altas velocidades de rotación se desacopla del volante de inercia por medio de una palanca la cual es movida por un solenoide.

Figura 42. Motor de arranque



Fuente. <https://www.ro-des.com/mecanica/averias-motor-de-arranque/>

- **Sensores (figura 43):** son dispositivos electrónicos capaces de transformar una magnitud o variable física en una señal eléctrica o digital. En los vehículos automotores, son usados para medir algunas magnitudes o variables físicas tales como: presión, temperatura, humedad, flujo, concentración de algún elemento químico, velocidad de rotación, etc., todo esto, para después a partir de los valores medidos enviar señales a la ECU para que esta tome las acciones necesarias para mantener el motor en un óptimo funcionamiento.

Figura 43. Sensores



Fuente. https://www.infotaller.tv/electromecanica/sirven-ubican-sensores-vehiculo_0_1130286967.html

- **Cableado (figura 44):** son redes eléctricas, formadas por cables; los cuales son conductores eléctricos fabricados de cobre (generalmente) y cubiertos de algún material aislante (generalmente plástico). Estos cumplen la función de distribuir la energía eléctrica a todos los componentes principales del sistema eléctrico del vehículo, así como también a otros dispositivos de menor relevancia tales como: iluminación, calefacción y aire acondicionado, la alarma, el pito, dispositivos de ocio, etc.

Figura 44. Cableado



Fuente. <https://autolab.com.co/blog/cables-alta/>

4.4.8. Dirección

Es uno de los sistemas más importantes en los vehículos automotores, su función principal es la de dar orientación y dirección a las ruedas delanteras del vehículo cuando este se encuentra en movimiento. Está compuesto por una serie de eslabones los cuales son movidos por una barra la cual va unida rígidamente a un volante ubicado frente al puesto del conductor. Cuando el conductor del vehículo gira el volante un determinado ángulo, este al estar unido a la barra de la dirección la hace girar el mismo ángulo, dependiendo del tipo de sistema de dirección con el que se cuente (ya sea hidráulico, electrohidráulico, de cremallera o de bolas recirculantes) ocasionara que se accionen las varillas de la dirección y estas a su vez cambien la dirección de las llantas. Algunos de los componentes principales del sistema de dirección de un automóvil son los siguientes:

- **Caja de dirección (figura 45):** este dispositivo tiene como función principal transformar el movimiento rotativo del volante y de la barra de dirección, en movimiento lineal en los elementos finales del sistema de dirección como lo son las varillas. Entre los diferentes tipos de cajas de dirección se encuentran las mecánicas, hidráulicas y electrohidráulicas; dependiendo del tipo y tamaño del vehículo esta puede variar.

Figura 45. Caja de dirección



Fuente. <https://refaccionariamario.com/cajas-de-direccion/268-caja-de-direccion-trw-para-combi.html>

- **Barra o columna de dirección (figura 46):** la barra de dirección de un sistema de dirección de un vehículo es el elemento encargado de interconectar el volante con la caja de dirección, así como también de transmitir el movimiento rotativo (ejercido por el conductor) del volante a la misma caja. Este elemento está compuesto generalmente por 2, 3 o 4 secciones rectas unidas por medio de juntar universales o cardanes, esto principalmente con el fin de que cuando ocurra una colisión frontal se plieguen o desprendan las secciones sin causar algún dalo al conductor.

Figura 46. Barra de dirección



Fuente. <http://marintododosobremecanica.blogspot.com/2014/10/columna-de-direccion-colapsable.html>

- **Volante (figura 47):** también conocido como timón, cabrilla o mando; es el elemento del sistema de dirección con el cual el conductor puede ejercer un control directo sobre la dirección del vehículo. Generalmente es de forma circular y en él se pueden encontrar diferentes mandos y controles de otros sistemas del vehículo, tales como el control de aire acondicionado, control de tracción, control de luces internas y externas, control del radio, etc.

Figura 47. Volante



Fuente. <https://manejarunauto.wordpress.com/2010/12/24/tecnicas-para-girar-el-volante/>

- **Terminales de dirección (figura 48):** también conocidas como brazos de acoplamiento, son un tipo de juntas cinemáticas (más precisamente un par rotativo) similares a las rotulas, poseen bastante flexibilidad y elasticidad ya que están diseñadas para soportar los golpes y vibraciones ocasionadas por los baches de las vías. Cumplen la función de conectar y transmitir el movimiento de la barra de reenvío del sistema de dirección con las ruedas del vehículo. Cuando el conductor gira el volante, este a su vez gira la barra de dirección transmitiendo el movimiento rotativo a la caja de dirección la cual se encarga de convertirlo en movimiento lineal y aplicarlo a la barra de reenvío, la cual mueve las terminales haciendo que estas giren un cierto ángulo las ruedas del vehículo.

Figura 48. Terminal de dirección



Fuente. <https://anconaaautopartes.com/funcion-de-las-terminales-de-direccion/>

- **Rotulas (figura 49):** son un tipo de junta cinemática el cual posee 3 grados de libertad, todos ellos angulares o de rotación (en este caso se trata de un par esférico). Su principal función en el sistema de dirección de un vehículo es la de permitir que la suspensión y los elementos de la dirección del vehículo tengan libertad de movimiento (hasta cierto punto) en los tres diferentes ejes.

Figura 49. Rotula



Fuente. <http://www.repuestosle-blanc.cl/rotula-automotriz-para-que-sirven-y-senales-de-dano/>

4.4.9. Transmisión

Es el sistema encargado de transmitir la potencia y el torque producidos por el motor, a las ruedas del vehículo, permitiendo también cortar o variar dichos parámetros según sea la necesidad del conductor o las condiciones de la vía por la que se circula. Este sistema permite también que las ruedas del vehículo giren a diferentes revoluciones o en diferentes sentidos. Los componentes principales del sistema de transmisión de un vehículo son los siguientes:

- **Embrague (figura 50):** también llamado clutch, es el dispositivo que permite transmitir, cortar y variar la transmisión de potencia entre el motor y la caja de cambios del vehículo. Se encuentra ubicado entre el volante de inercia del motor y la caja de cambios, lo componen 5 elementos principales: disco de fricción, plato de presión, cojinete de empuje, resorte de diafragma y carcasa. Su principio de funcionamiento se basa en hacer que el plato de presión se vaya acoplando gradualmente con el disco de fricción. Cuando el conductor del vehículo suelta el pedal de embrague hace que el cojinete de empuje se deslice a lo largo del eje primario ocasionando que se comprima el resorte de diafragma; cuando se

comprime dicho resorte empuja el plato de presión hacia el disco de fricción, provocando un acople directo entre ambos elementos.

Figura 50. Embrague o Clutch



Fuente. <https://www.ro-des.com/mecanica/sistema-de-embrague-y-sus-elementos/>

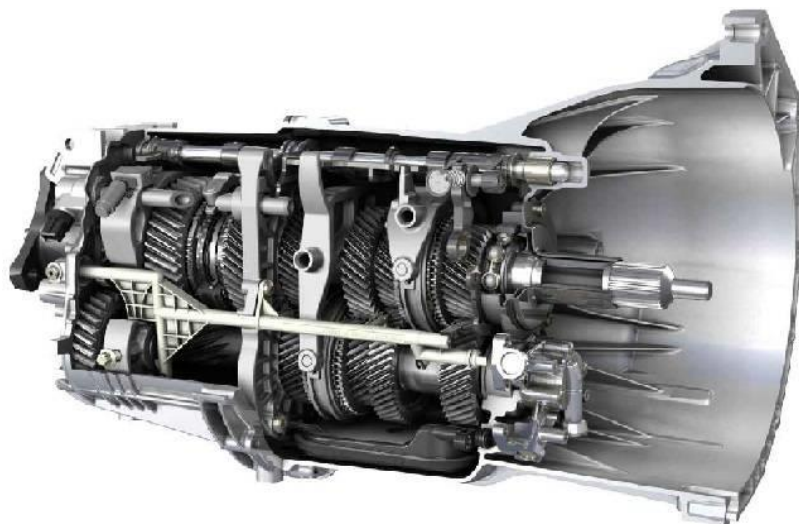
➤ **Caja de cambios (figura 51):** también conocida como caja de velocidades, es el dispositivo encargado de variar la relación de transmisión del motor a las ruedas del vehículo, está ubicada entre el embrague y el árbol o eje de transmisión. Está compuesta por 4 ejes rotativos sobre los cuales van montados una serie de engranajes con diferentes números de dientes. Estos ejes son los siguientes:

1. **Eje primario:** en este van montados los engranajes conductores, gira en el mismo sentido del motor y a su misma velocidad angular, y es por donde “ingresan” la potencia y el torque a la caja de cambios.
2. **Eje intermedio o de transición:** está acoplado directamente al eje primario por medio de un piñón conducido, en el van tallados (generalmente) varios engranajes con diferentes cantidades de dientes, los cuales se encargan de modificar la relación de transmisión entre este eje y el eje secundario.

3. **Eje secundario:** está acoplado directamente al eje intermedio por medio de diferentes engranajes, en el están montados los engranajes conducidos los cuáles por medio de un sistema de barras y cojinetes deslizantes, se desplazan a lo largo de este para acoplarse con los diferentes engranajes del eje intermedio modificando así la relación de transmisión de la caja de cambios.
4. **Eje de reversa:** está ubicado generalmente entre los ejes primario y secundario, sobre él va montado un piñón el cual es usado como piñón “parasito” o “loco” para invertir el sentido de giro del eje secundario y por ende el de las ruedas del vehículo.

Entre los diferentes tipos de cajas de cambios se encuentran trenes engranajes con diferentes tallados y disposiciones, tales como: trenes de engranajes rectos, trenes de engranajes helicoidales, trenes de engranajes doble helicoidales o “espinas de pescado”, trenes de engranajes cónicos, trenes de engranajes planetarios.

Figura 51. Caja de cambios



Fuente. <https://getauto.es/caja-de-cambios/>

- **Árbol de transmisión (figura 52):** es un elemento giratorio en forma de cilindro (ya sea hueco o sólido), está ubicado en la parte inferior del chasis del vehículo y su función principal es la de transmitir la potencia y el torque que produce el motor, desde la caja de cambios hasta el mecanismo diferencial. Este elemento de transmisión está sometido (generalmente) a esfuerzos combinados, tales como torsión, flexión y cortante, debido a esto se diseñan para que trabajen a condiciones de fatiga.

Figura 52. Árbol de transmisión



Fuente. <https://getauto.es/caja-de-cambios/>

- **Cardan (figura 53):** es el elemento que une los dos segmentos del árbol de transmisión, su función principal es la de permitir la transmisión de movimiento rotativo entre dos ejes no coaxiales. Está compuesto por 3 partes, las cuales son: yugo de brida, yugo deslizante y cruceta. Una de las características principales que presenta este elemento es que la velocidad angular del árbol conductor no es igual a la del árbol conducido, teniendo una relación de transmisión de aproximadamente 1.

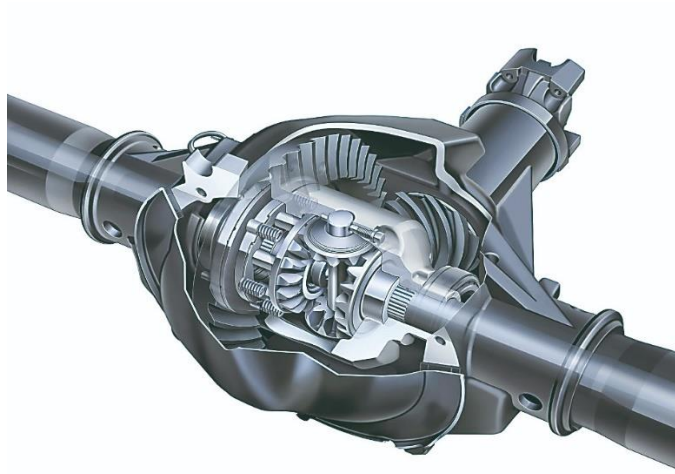
Figura 53. Cardan



Fuente. <https://www.indiamart.com/proddetail/cardan-shaft-20487344033.html>

- **Diferencial (figura 54):** es un dispositivo de gran importancia en el funcionamiento del sistema de transmisión de un vehículo. Está ubicado en la parte intermedia del eje trasero (para los vehículos de tracción trasera), o junto a la caja de cambios (para los vehículos de tracción delantera). Su función principal es la de permitir que las ruedas de un mismo eje puedan girar a velocidades angulares distintas cuando el vehículo tome una curva, esto debido a que cuando un vehículo toma una curva, las ruedas que están ubicadas al lado contrario de la curva recorren una trayectoria mayor; ocasionando inestabilidad, derrape y vibraciones no deseadas en el vehículo.

Figura 54. Diferencial



Fuente. <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/el-diferencial-sus-partes-tipos-y-su-funcionamiento/>

5. POSIBLE MERCADO OBJETIVO

A pesar de que el objetivo principal del diseño del centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express es el de dar solución a varias falencias en los procesos de mantenimiento sobre los vehículos de la empresa, y a su vez dar cumplimiento a varios de los lineamientos de la normatividad aplicable a empresas cuya actividad económica es la del transporte vehicular. Durante la recolección de información para la realización del presente trabajo, se lograron identificar varios mercados objetivos aparte de los mismos vehículos de la cooperativa.

Algunos de estos mercados objetivos posibles fueron los siguientes:

- Empresas que cuenten con una flota vehicular y que no cuenten con un plan de mantenimiento preventivo para sus vehículos, ni de un cronograma para su ejecución.
- Empresas que cuenten con una flota vehicular y que no posean un personal calificado, instalaciones acordes y equipos apropiados para la ejecución de las diferentes actividades de mantenimiento preventivo que necesita un vehículo.
- Empresas que cuenten con una flota vehicular y que no cuenten con un software o personal que registre, programe y haga seguimiento específico a la ejecución del plan de mantenimiento preventivo adoptado.
- Empresas que cuenten con una flota vehicular y que necesiten información detallada sobre el mantenimiento de sus vehículos, como: costos, tiempos, insumos y repuestos consumidos, etc.
- Empresas de transporte en general y que se vean obligadas a dar cumplimiento a los lineamientos de las diferentes resoluciones y decretos expedidos por el ministerio de transporte en las cuales se reglamente el mantenimiento preventivo de sus vehículos.
- Personas con poco conocimiento en mecánica y mantenimiento automovilístico que quieran mantener en buen estado su vehículo.

- Personas que estén interesadas en hacer seguimiento al mantenimiento de sus vehículos, así como de los costos que este conlleva.
- Vehículos de servicio público en general que no pertenezcan directamente a la empresa a la que estén afiliados.
- Vehículos livianos y semipesados en general.

Este posible gran mercado se presenta gracias a varias variables las cuales se presentan a continuación:

- **Escasez de talleres:** en los municipios de Pereira y Dosquebradas existen pocos establecimientos que tengan como función principal prestar los servicios de mantenimiento preventivo sobre los vehículos, los pocos establecimientos existentes son concesionarios o talleres de marca.
- **Baja disponibilidad en los talleres:** debido a que son muy pocos los talleres o centros de servicio técnico automovilístico que prestan los servicios de mantenimiento preventivo existe una baja disponibilidad para la prestación de dichos servicios, pueden pasar varios días y hasta semanas desde el momento en que se programa el mantenimiento del vehículo hasta el momento en que se ejecuta la actividad.
- **Tiempos elevados de mantenimiento:** las estadías de los vehículos en el taller cuando están en mantenimiento preventivo son elevadas, esto debido al gran número de vehículos que asisten al taller al mismo tiempo, los técnicos se saturan de órdenes de trabajo viéndose obligados a intervenir varios vehículos a la vez; lo que ocasiona retrasos en las entregas y pérdidas de dinero y disponibilidad tanto para la empresa prestadora del servicio de mantenimiento así como también para los propietarios del vehículo.
- **Complejidad del mantenimiento:** la mayoría de las actividades de mantenimiento preventivo tienen una complejidad media o alta dependiendo de la necesidad; van desde cambiar una bombilla, hasta realizar el cambio de los rodamientos del mecanismo diferencial de la transmisión, esto conlleva a que a los mismos propietarios de los vehículos se les imposibilite

realizar dichas actividades ya que podrían causar daños a los vehículos, o peor aún, causarse lesiones a ellos mismos.

- **Altos costos de mantenimiento:** debido a que son muy pocos los talleres o centros de servicio técnico automovilístico que prestan el servicio de mantenimiento preventivo, la competencia es muy poca lo que conlleva a que los costos de estos servicios sean elevados para una persona de clase media o baja que posea un vehículo, o para una empresa que tenga una flota vehicular numerosa.
- **Falta de personal calificado:** a pesar de que en los municipios de Pereira y Dosquebradas existen un sin número de mecánicos empíricos y talleres de “garaje”, muy pocos de ellos cuentan con los conocimientos necesarios para ejecutar tareas de mantenimiento preventivo sobre los vehículos, así como también no cuentan con los equipos herramientas y espacios necesarios para llevar a cabo dichas actividades correctamente, esto hace que surja la necesidad de contar con personal idóneo y con conocimientos tanto teóricos como prácticos para ejecutar el mantenimiento preventivo de los vehículos, para así prevenir daños en los vehículos, elevación de los costos de mantenimiento o accidentes de trabajo. Además de lo dicho anteriormente cabe resaltar que la normatividad aplicable a empresas de que posean flotas vehiculares exige que el mantenimiento tanto preventivo y correctivo se lleve a cabo en lugares autorizados y certificados, con equipos herramientas repuestos e insumos apropiados para dichas actividades, y por sobre todo, con personal calificado que demuestre conocimientos apropiados para estas labores.

5.1. COMPOSICIÓN DEL POSIBLE MERCADO OBJETIVO

Teniendo identificado el mercado objetivo del proyecto, se procedió a analizar cuáles eran los vehículos que componían dicho mercado, así como también a qué tipo de vehículos sería más fácil o difícil prestarle los servicios de mantenimiento preventivo, todo esto sujeto a tiempos de ejecución, costos y rotación de repuestos e insumos.

A continuación, se relacionan los diferentes tipos de vehículos que componen dicho mercado, clasificados de mayor a menor prioridad en el mercado que se les asignó:

- Todos los vehículos que integran la flota de la Cooperativa Royal Express.
- Microbuses, buses y busetas, pertenecientes a una flota vehicular.
- Camiones pequeños y medianos, pertenecientes a una flota vehicular.
- Automóviles, camperos y camionetas, pertenecientes a una flota vehicular.
- Microbuses, buses y busetas, independientes.
- Camiones pequeños y medianos, independientes.
- Automóviles, camperos y camionetas, independientes.
- Vehículos particulares de pequeño y mediano tamaño.

Por lo anteriormente expuesto, es evidente que el mercado principal al que se le apostó (además de la flota perteneciente a la Cooperativa Royal Express), son los vehículos pertenecientes a otras flotas vehiculares.

6. PORTAFOLIO DE SERVICIOS Y PRODUCTOS A OFRECER

Habiendo enfocado el mercado al cual se le apostará con este proyecto del centro de servicio técnico vehicular, se definieron los posibles servicios que se prestarán.

6.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Se realizó el diseño de un plan de mantenimiento preventivo general, en el cual se incluyen actividades de mantenimiento preventivo tanto para vehículos livianos, como para vehículos pesados. Debido a que todos los vehículos son diferentes; entre modelos, tipos y marcas, este plan de mantenimiento será dinámico, esto quiere decir que se irá adaptando a las necesidades de los clientes y del sector conforme pase el tiempo; a medida que ingresen vehículos a mantenimiento se realizarán inspecciones en las cuales se buscará identificar nuevos elementos o subsistemas que requieran de mantenimiento, para así realizar una realimentación y por así decirlo “adaptarlo” a nuevos vehículos que puedan ingresar.

Para el diseño del plan de mantenimiento preventivo se siguieron algunas de las fases de la metodología propuesta por [2], así como también se incorporaron algunas fases extra. A continuación, se listan las fases por las que se pasaron para realizar el diseño del plan de mantenimiento preventivo vehicular del centro de servicio técnico:

- I.** Identificación de los equipos que serán cubiertos por el plan de mantenimiento preventivo (¿Qué tipo de vehículos?).
- II.** Determinación de la antigüedad de los vehículos sobre los que se realizará el mantenimiento.
- III.** Recolección de información técnica y manuales de los vehículos que serán objeto de mantenimiento.

- IV.** Identificación de los sistemas y componentes que componen los vehículos que serán objeto de mantenimiento.
- V.** Identificación de los repuestos e insumos que requieren ser cambiados o revisados con más frecuencia.
- VI.** Determinación de las actividades de mantenimiento preventivo necesarias para mantener en buen estado los vehículos.
- VII.** Determinación de la periodicidad más apropiada para la ejecución de las actividades y rutinas de mantenimiento, esto según recomendaciones del fabricante o experiencia de los empleados, conductores, mecánicos, colaboradores, etc.
- VIII.** Agrupación de las tareas de mantenimiento en rutinas según la periodicidad.
- IX.** Creación de los formatos de mantenimiento necesarios para realizar la correcta administración del mantenimiento de los vehículos.

Además de las nueve fases que se siguieron para diseñar el plan de mantenimiento preventivo, se ejecutaron otras actividades extras que aportaron significativamente tanto para el diseño del plan como para el diseño del centro de servicio técnico, tales como: entrevistas a mecánicos (tanto empíricos como técnicos), visitas a almacenes de repuestos e insumos vehiculares, reuniones con proveedores de repuestos y visitas guiadas a establecimientos de mantenimiento vehicular como lo son:

- Taller Diesel Chevrolet (taller de vehículos pesados o de motor Diesel).
- Taller de servicio post venta Ford (taller para vehículos livianos).
- Casa López (serviteca y servicios básicos de mantenimiento vehicular).
- Patios de Integra S.A (taller que presta los servicios de mantenimiento a los vehículos de la empresa).
- Patios de la Cooperativa San Fernando (taller que presta los servicios de mantenimiento a los vehículos de la empresa).

Después de realizadas las anteriores actividades, se obtuvieron los requerimientos de mantenimiento para un vehículo contenidos en la tabla 1:

Tabla 1. Requerimientos de mantenimiento para vehículos

LUBRICACION					
CODIGO LEMC	REQUERIMIENTO	FRECUENCIA (Km)	TIEMPO (min)	TIPO MTTO	SISTEMA
L-001	Cambiar aceite de motor	5000	15	Preventivo	Motor
L-002	Cambiar filtro de aceite del motor	5000	15	Preventivo	Motor
L-003	Revisar nivel de aceite caja de cambios	5000	5	Preventivo	Transmision
L-004	Revisar nivel de aceite ejes	5000	5	Preventivo	Transmision
L-005	Revisar nivel de aceite diferencial	5000	5	Preventivo	Transmision
L-006	Revisar nivel de aceite caja de direccion	5000	5	Preventivo	Direccion
L-007	Cambiar filtro trampa de combustible	10000	15	Preventivo	Motor
L-008	Cambiar filtro de aire	5000	15	Preventivo	Motor
L-009	Cambiar filtro de combustible	5000	15	Preventivo	Motor
L-010	Lubricar guaya de cambios	5000	10	Preventivo	Transmision
L-011	Cambiar aceite de caja de dirección	30000	20	Preventivo	Direccion
L-012	Cambiar aceite de la diferencial	30000	20	Preventivo	Transmision
L-013	Cambiar aceite de caja de cambios	30000	20	Preventivo	Transmision
L-014	Revisar y lubricar splinters derecho e izquierdo	5000	15	Preventivo	Direccion
L-015	Lubricación y engrase de puertas de servicio	5000	15	Preventivo	Carroceria
L-016	Engrase general del vehiculo	5000	20	Preventivo	Direccion
L-017	Revisar y Engrasar rodamientos de llantas	5000	30	Preventivo	Motor
L-018	Lubricar tornillos de tensión	5000	20	Preventivo	Motor
L-019	Cambio de aceite eje trasero y delantero	60000	18	Preventivo	Transmision
L-020	Revisar respiraderos de motor, caja de cambios y eje motriz	10000	12	Preventivo	Transmision
L-021	Cambiar filtro AdBlue	120000	30	Preventivo	Motor
L-022	Revisar acumulador de presión AdBlue	60000	6	Preventivo	Motor
L-023	Cambiar filtro secador de aire comprimido	10000	18	Preventivo	Motor
L-024	Cambiar líquido refrigerante	60000	54	Preventivo	Motor
L-025	Cambiar filtro del sistema de dirección	10000	90	Preventivo	Direccion

ELECTRICIDAD					
CODIGO LEMC	REQUERIMIENTO	FRECUENCIA (Km)	TIEMPO (min)	TIPO MTTO	SISTEMA
E-001	Chequeo de baterías y sus niveles de líquidos y concentracion	5000	20	Preventivo	Electrico
E-002	Revisar componentes eléctricos (tablero,luces internas y externas)	5000	15	Preventivo	Electrico
E-003	Revisión de puertas eléctrico	5000	10	Preventivo	Electrico
E-004	Reparación motor plumilla	-	15	Correctivo	Electrico
E-005	Reparación luces	-	15	Correctivo	Electrico
E-006	Cambio de booster de puerta	-	15	Correctivo	Electrico
E-007	Mantenimiento baterías (limpieza, ajuste, etc)	10000	30	Preventivo	Electrico
E-008	Reparación de luces direccionales	-	15	Correctivo	Electrico
E-009	Chequeo general componentes eléctricos (motor, frenos, etc)	5000	15	Preventivo	Electrico
E-010	Mantenimiento de alternador	25000	30	Preventivo	Electrico
E-011	Cambiar alternador	-	15	Correctivo	Electrico
E-012	Cambiar batería	-	15	Correctivo	Electrico
E-013	Cambiar luz de reversa	-	15	Correctivo	Electrico
E-014	Cambiar luz de stop	-	15	Correctivo	Electrico
E-015	Cambiar luz delantera	-	15	Correctivo	Electrico
E-016	Cambiar luz direccional	-	15	Correctivo	Electrico
E-017	Cambiar fusible	-	15	Correctivo	Electrico
E-018	Reparación de alternador	-	15	Correctivo	Electrico
E-019	Corregir corto eléctrico	-	30	Correctivo	Electrico
E-020	Cambiar cableado eléctrico	-	30	Correctivo	Electrico
E-021	Cambiar electro-válvula	-	15	Correctivo	Electrico
E-022	Cambiar flasher	-	15	Correctivo	Electrico
E-023	Cambiar bombillo	-	15	Correctivo	Electrico
E-024	Cambiar motor de plumillas	-	15	Correctivo	Electrico
E-025	Revisar ruterio	5000	15	Preventivo	Electrico
E-026	Cambiar motor de arranque	-	30	Correctivo	Electrico

MECANICA					
CODIGO LEMC	REQUERIMIENTO	FRECUENCIA (Km)	TIEMPO (min)	TIPO MTTO	SISTEMA
M-001	Revisar balineras y cauchos de cardan y yugo	5000	10	Preventivo	Transmision
M-002	Cambiar bandas de freno traseras	30000	30	Preventivo	Frenos
M-003	Revisar banda de transmision a bomba hidráulica	5000	15	Preventivo	Motor
M-004	Cambiar liquido del sistema de frenos	30000	20	Preventivo	Frenos
M-005	Cambiar el líquido del embrague	60000	20	Preventivo	Transmision
M-006	Revisar bujes sistema control de cambios	5000	20	Preventivo	Transmision
M-007	Revisar sedimentador de combustible	5000	15	Preventivo	Motor
M-008	Revisar sistema multiplicador de frenado	5000	40	Preventivo	Frenos
M-009	Revisar cilindro maestro de embrague	10000	20	Preventivo	Transmision
M-010	Revisar cilindro esclavo del embrague	10000	20	Preventivo	Transmision
M-011	Revisar sistema de enfriamiento	10000	20	Preventivo	Motor
M-012	Cambiar balinera del clutch	-	30	Correctivo	Transmision
M-013	Cambiar disco del clutch y rod de volante	-	60	Correctivo	Transmision
M-014	Cambiar llanta	-	15	Correctivo	Suspension
M-015	Rotar llanta	10000	15	Preventivo	Suspension
M-016	Reparar llanta	-	30	Correctivo	Suspension
M-017	Cambiar manguera	60000	30	Preventivo	Motor
M-018	Cambiar radiador	-	60	Correctivo	Motor
M-019	Revision exterior del radiador y su tapa	5000	20	Preventivo	Motor
M-020	Revisar componentes neumáticos	5000	10	Preventivo	Frenos
M-021	Alineación de dirección	-	40	Correctivo	Direccion
M-022	Revisar bandas de freno trasero	5000	30	Preventivo	Frenos
M-023	Cambio de compresor	-	15	Correctivo	Motor
M-024	Revisar banda de ventilador	5000	15	Preventivo	Motor
M-025	Revisar terminales de dirección	15000	20	Preventivo	Direccion
M-026	Revisar/Ajuste de cruceta de cardan	15000	20	Preventivo	Transmision
M-027	Revisar bandas de freno delantero	5000	15	Preventivo	Frenos
M-028	Reparar dirección	-	120	Correctivo	Direccion
M-029	Cambiar caja de transmisión	-	120	Correctivo	Transmision
M-030	Cambio de deposito de combustible	-	20	Correctivo	Motor
M-031	Cambio de pastillas delanteras	30000	15	Preventivo	Frenos
M-032	Cambio de pastillas traseras	30000	15	Preventivo	Frenos
M-033	Cambio de disco de freno trasero	-	15	Correctivo	Frenos
M-034	Cambio de disco de freno delantero	-	15	Correctivo	Frenos
M-035	Tensionar frenos y verificar el nivel de liquido de frenos	5000	15	Preventivo	Frenos
M-036	Revisar estado de muelles delanteros y traseros	5000	15	Preventivo	Suspension
M-037	Cambiar banda de Ventilador	-	15	Correctivo	Motor
M-038	Revisar el sedimentador de combustible y filtro peter	5000	20	Preventivo	Motor
M-039	Mantenimiento y sondeo del radiador	60000	15	Preventivo	Motor
M-040	Cambiar retenedor ruedas delanteras	-	20	Correctivo	Suspension
M-041	Cambiar retenedor ruedas traseras	-	15	Correctivo	Suspension
M-042	Cambiar rodamiento rueda delantera	-	20	Correctivo	Suspension
M-043	Cambiar rodamiento rueda trasera	-	20	Correctivo	Suspension
M-044	Cambiar balinera, disco y prensa del clutch	-	30	Correctivo	Transmision
M-045	Cambiar cruceta de cardan	-	30	Correctivo	Transmision
M-046	Cambiar caucho de cardan	-	30	Correctivo	Transmision
M-047	Cambiar ventilador	-	20	Correctivo	Motor
M-048	Cambiar banda de bomba hidráulica	-	20	Correctivo	Motor
M-049	Cambiar bomba de inyección	-	60	Correctivo	Motor
M-050	Cambiar amortiguador delantero	-	20	Correctivo	Suspension
M-051	Cambio culata motor	-	30	Correctivo	Motor
M-052	Reparación caja de velocidades	-	60	Correctivo	Transmision
M-053	Cambio completo sistema clutch	-	120	Correctivo	Transmision
M-054	Reparación diferencial	-	60	Correctivo	Transmision
M-055	Cambiar soporte de motor	-	30	Correctivo	Motor
M-056	Cambiar correa de transmisión	-	20	Correctivo	Motor

M-057	Corregir fuga	-	20	Correctivo	Transmision
M-058	Reparación turbo	-	60	Correctivo	Motor
M-059	Reparar compresor	-	30	Correctivo	Motor
M-060	Cambiar empaquetadura	-	30	Correctivo	Motor
M-061	Reparación de motor	-	60	Correctivo	Motor
M-062	Calibrar válvulas de motor	15000	60	Preventivo	Motor
M-063	Cambiar barra de dirección	-	30	Correctivo	Direccion
M-064	Cambio empaque culata motor	-	30	Correctivo	Motor
M-065	Cambiar yugo de cardan	-	30	Correctivo	Transmision
M-066	Reparación parcial de motor	-	60	Correctivo	Motor
M-067	Cambiar turbo	-	30	Correctivo	Motor
M-068	Cambiar bandas de freno delanteros	30000	15	Preventivo	Frenos
M-069	Reparación sistema de turbo-alimentador	-	60	Correctivo	Motor
M-070	Cambio tarro de admisión freno de ahogo	-	30	Correctivo	Frenos
M-071	Cambiar bujes de control cambios	-	30	Correctivo	Transmision
M-072	Revisar sistema de suspensión	5000	24	Preventivo	Suspension
M-073	Cambio brazo pitman	-	15	Correctivo	Suspension
M-074	Reparación bomba de transferencia	-	30	Correctivo	Motor
M-075	Cambio caja de dirección	-	120	Correctivo	Direccion
M-076	Reparación freno de emergencia	-	30	Correctivo	Frenos
M-077	Reparación del sistema de aceleración	-	30	Correctivo	Motor
M-078	Cambio de troque delantero	-	60	Correctivo	Suspension
M-079	Cambiar bujes de amortiguación	-	30	Correctivo	Suspension
M-080	Revisar y limpiar tanque de combustible	60000	30	Preventivo	Motor
M-081	Anillada de Motor	-	59	Correctivo	Motor
M-082	Revisión fuga	-	15	Correctivo	Motor
M-083	Revisar/cambiar correa de compresor	5000	15	Preventivo	Motor
M-084	Revisar fugas de sistema de dirección	5000	15	Preventivo	Direccion
M-085	Cambiar caja de cambios	-	60	Correctivo	Transmision
M-086	Revisar bomba de freno	30000	15	Preventivo	Frenos
M-087	Revisar tuberías y mangueras	5000	20	Preventivo	Motor
M-088	Revisar sistema hidraulico en general	5000	15	Preventivo	Motor
M-089	Revisar diferencial	5000	15	Preventivo	Transmision
M-090	Cambio bomba de agua	-	30	Correctivo	Motor
M-091	Revisar por perdida de potencia	-	20	Correctivo	Motor
M-092	Cambio sistema de frenos	-	60	Correctivo	Frenos
M-093	Revisar tren delantero	5000	15	Preventivo	Suspension
M-094	Revisar golpeteo en el motor	-	15	Correctivo	Motor
M-095	Revisar por alta temperatura	-	15	Correctivo	Motor
M-096	Revisar perdida de aceite en caja de dirección	5000	15	Preventivo	Direccion
M-097	Revisar sistema de embrague	10000	15	Preventivo	Transmision
M-098	Cambio espárragos de eje trasero	-	20	Correctivo	Transmision
M-099	Cambio de empaque de múltiple de escape	-	30	Correctivo	Motor
M-100	Revisar/Cambiar palanca de cambios	5000	30	Preventivo	Transmision
M-101	Reparación colector de escape	-	30	Correctivo	Motor
M-102	Cambio tubo lubricacion del turbo	-	30	Correctivo	Motor
M-103	Cambio de bombin	-	20	Correctivo	Motor
M-104	Cambio de pedal de embrague	-	20	Correctivo	Transmision
M-105	Revisar inyectores	15000	15	Preventivo	Motor
M-106	Cambio de diferencial completo	-	60	Correctivo	Transmision
M-107	Reparación pedal del embrague	-	20	Correctivo	Transmision
M-108	Cambio empaques compresor de aire	-	30	Correctivo	Motor
M-109	Cambio de troque trasero	-	60	Correctivo	Suspension
M-110	Revisar caja de cambios	10000	15	Preventivo	Transmision
M-111	Cambiar diferencial	-	30	Correctivo	Transmision
M-112	Revisar correas trapezoidal	5000	6	Preventivo	Frenos
M-113	Revisar pastillas y mordazas	5000	6	Preventivo	Frenos
M-114	Revisar ajuste y estado soporte, amortiguadores y chasis	5000	18	Preventivo	Suspension
M-115	Limpieza tanque EGR	60000	20	Preventivo	Motor

M-116	Cambiar freno de ahogo	-	15	Correctivo	Frenos
M-117	Recalentamiento de motor	-	60	Correctivo	Motor
M-118	Cambiar campanas de frenos	-	30	Correctivo	Frenos
M-119	Alineacion y balanceo del vehiculo	40000	90	Preventivo	Suspension

CARROCERIA					
CODIGO LEMC	REQUERIMIENTO	FRECUENCIA (Km)	TIEMPO (min)	TIPO MTTO	SISTEMA
C-001	Revisar accesorios externos del vehículo	5000	5	Preventivo	Carroceria
C-002	Revisar accesorios internos del vehículo	5000	5	Preventivo	Carroceria
C-003	Revisar puertas de servicio	5000	5	Preventivo	Carroceria
C-004	Revisar sistema de puertas aire	5000	10	Preventivo	Carroceria
C-005	Revisar sistema de puertas general	5000	10	Preventivo	Carroceria
C-006	Revisar Acrílicos Martillos de Expulsión	5000	15	Preventivo	Carroceria
C-007	Ajuste de biseles	5000	15	Preventivo	Carroceria
C-008	Ajuste de pasamanos	5000	15	Preventivo	Carroceria
C-009	Instalación de logos	-	15	Correctivo	Carroceria
C-010	Revisar accesorios externos, internos y puertas de servicio	5000	15	Preventivo	Carroceria
C-011	Cambiar plumilla de limpiaparabrisas	-	15	Correctivo	Carroceria
C-012	Revisar paredes y techos	5000	15	Preventivo	Carroceria
C-013	Revisar ajuste de vidrios y ventanas	5000	15	Preventivo	Carroceria
C-014	Cambio de cinturón de seguridad	-	15	Correctivo	Carroceria
C-015	Cambio de panorámico	-	20	Correctivo	Carroceria
C-016	Cambiar timón	-	20	Correctivo	Carroceria
C-017	Reparación exosto	-	20	Correctivo	Carroceria
C-018	Revisar parabrisas y limpiaparabrisas	5000	6	Preventivo	Carroceria
C-019	Revisión de sillas usuario	5000	20	Preventivo	Carroceria
C-020	Revisar estado del botiquin y del equipo de carreteras	5000	10	Preventivo	Carroceria

Fuente. El autor

Se encontraron 190 posibles requerimientos de mantenimiento para un vehículo automotor que cubren todos los sistemas de este: motor, frenos, suspensión, dirección, carrocería, electricidad y transmisión. Estos requerimientos de mantenimiento se subdividieron en 4 subgrupos: Lubricación, Electricidad, Mecánica y Carrocería; además se les asignó un código y una numeración única de acuerdo con el subgrupo.

De acuerdo con los testimonios de los mecánicos y proveedores y a la información técnica encontrada en fichas técnicas y manuales, se pudo establecer una periodicidad apropiada para cada uno de los requerimientos de mantenimiento preventivo del plan. Los tiempos que toma la ejecución de cada requerimiento también fueron sugeridos por mecánicos empíricos y técnicos que fueron consultados, cabe resaltar que son tiempos ideales y aproximados.

Debido a que el modelo del proyecto es un centro de servicio técnico solamente, ya que por experiencia de las personas consultadas (tanto mecánicos como proveedores y administradores de talleres), el mantenimiento correctivo conlleva unos costos y tiempos de ejecución mayores, se descartaron las actividades de mantenimiento correctivo, quedando solamente el plan de mantenimiento preventivo definitivo, el cual se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo vehicular

		COOPERATIVA MULTIACTIVA DE TRANSPORTES ESPECIALES Y TURISMO ROYAL EXPRESS NIT 891408122-6						
		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
ITEM	REQUERIMIENTO	TIPO	COD LEMC	SISTEMA	t (min)	f (Km)	TOL +/- (Km)	TIPO MTTO
1	Cambiar aceite de motor	Lubricacion	L-001	Motor	15	5000	500	Preventivo
2	Cambiar filtro de aceite del motor	Lubricacion	L-002	Motor	15	5000	500	Preventivo
3	Rutina Mensual 5000 Km	GENERAL	R-001	GENERAL	120	5000	500	Preventivo
4	Revisar nivel de aceite caja de cambios	Lubricacion	L-003	Transmision	5	5000	500	Preventivo
5	Revisar nivel de aceite ejes	Lubricacion	L-004	Transmision	5	5000	500	Preventivo
6	Revisar nivel de aceite diferencial	Lubricacion	L-005	Transmision	5	5000	500	Preventivo
7	Revisar nivel de aceite caja de direccion	Lubricacion	L-006	Direccion	5	5000	500	Preventivo
8	Revisar balineras y cauchos de cardan y yugo	Mecanica	M-001	Transmision	10	5000	500	Preventivo
9	Chequeo de baterías y sus niveles de líquidos y concentracion	Electricidad	E-001	Electrico	20	5000	500	Preventivo
10	Cambiar filtro trampa de combustible	Lubricacion	L-007	Motor	15	10000	500	Preventivo
11	Cambiar filtro de aire	Lubricacion	L-008	Motor	15	5000	500	Preventivo
12	Cambiar filtro de combustible	Lubricacion	L-009	Motor	15	5000	500	Preventivo
13	Revisar accesorios externos del vehículo	Carroceria	C-001	Carroceria	5	5000	500	Preventivo
14	Revisar accesorios internos del vehículo	Carroceria	C-002	Carroceria	5	5000	500	Preventivo
15	Lubricar guaya de cambios	Lubricacion	L-010	Transmision	10	5000	500	Preventivo
16	Revisar puertas de servicio	Carroceria	C-003	Carroceria	5	5000	500	Preventivo
17	Revisar componentes eléctricos (tablero, luces internas y externas)	Electricidad	E-002	Electrico	15	5000	500	Preventivo
18	Cambiar bandas de freno traseras	Mecanica	M-002	Frenos	30	30000	500	Preventivo
19	Revisar banda de transmision a bomba hidráulica	Mecanica	M-003	Motor	15	5000	500	Preventivo
20	Cambiar aceite de caja de dirección	Lubricacion	L-011	Direccion	20	30000	500	Preventivo
21	Cambiar aceite de la diferencial	Lubricacion	L-012	Transmision	20	30000	500	Preventivo
22	Cambiar liquido del sistema de frenos	Mecanica	M-004	Frenos	20	30000	500	Preventivo
23	Cambiar el líquido del embrague	Mecanica	M-005	Transmision	20	60000	500	Preventivo
24	Cambiar aceite de caja de cambios	Lubricacion	L-013	Transmision	20	30000	500	Preventivo
25	Revisar bujes sistema control de cambios	Mecanica	M-006	Transmision	20	5000	500	Preventivo
26	Revisar sedimentador de combustible	Mecanica	M-007	Motor	15	5000	500	Preventivo
27	Revisar sistema multiplicador de frenado	Mecanica	M-008	Frenos	40	5000	500	Preventivo
28	Revisar cilindro maestro de embrague	Mecanica	M-009	Transmision	20	10000	500	Preventivo
29	Revisar cilindro esclavo del embrague	Mecanica	M-010	Transmision	20	10000	500	Preventivo
30	Revisar sistema de enfriamiento	Mecanica	M-011	Motor	20	10000	500	Preventivo
31	Rotar llanta	Mecanica	M-015	Suspension	15	10000	500	Preventivo
32	Cambiar manguera	Mecanica	M-017	Motor	30	60000	500	Preventivo
33	Revision exterior del radiador y su tapa	Mecanica	M-019	Motor	20	5000	500	Preventivo
34	Revisar componentes neumáticos	Mecanica	M-020	Frenos	10	5000	500	Preventivo
35	Revisar bandas de freno trasero	Mecanica	M-022	Frenos	30	5000	500	Preventivo
36	Revisar y lubricar splinters derecho e izquierdo	Lubricacion	L-014	Direccion	15	5000	500	Preventivo
37	Revisión de puertas eléctrico	Electricidad	E-003	Electrico	10	5000	500	Preventivo
38	Revisar sistema de puertas aire	Carroceria	C-004	Carroceria	10	5000	500	Preventivo
39	Revisar sistema de puertas general	Carroceria	C-005	Carroceria	10	5000	500	Preventivo
40	Revisar banda de ventilador	Mecanica	M-024	Motor	15	5000	500	Preventivo
41	Revisar terminales de dirección	Mecanica	M-025	Direccion	20	15000	500	Preventivo
42	Revisar/Ajuste de cruceta de cardan	Mecanica	M-026	Transmision	20	15000	500	Preventivo
43	Revisar bandas de freno delantero	Mecanica	M-027	Frenos	15	5000	500	Preventivo
44	Revisar Acrílicos Martillos de Expulsión	Carroceria	C-006	Carroceria	15	5000	500	Preventivo
45	Ajuste de biseles	Carroceria	C-007	Carroceria	15	5000	500	Preventivo


46	Ajuste de pasamanos	Carroceria	C-008	Carroceria	15	5000	500	Preventivo
47	Lubricación y engrase de puertas de servicio	Lubricacion	L-015	Carroceria	15	5000	500	Preventivo
48	Revisar accesorios externos, internos y puertas de servicio	Carroceria	C-010	Carroceria	15	5000	500	Preventivo
49	Revisar paredes y techos	Carroceria	C-012	Carroceria	15	5000	500	Preventivo
50	Revisar ajuste de vidrios y ventanas	Carroceria	C-013	Carroceria	15	5000	500	Preventivo
51	Mantenimiento baterías (limpieza, ajuste, etc)	Electricidad	E-007	Electrico	30	10000	500	Preventivo
52	Chequeo general componentes eléctricos (motor, frenos, etc)	Electricidad	E-009	Electrico	15	5000	500	Preventivo
53	Mantenimiento de alternador	Electricidad	E-010	Electrico	30	25000	500	Preventivo
54	Revisar rutero	Electricidad	E-025	Electrico	15	5000	500	Preventivo
55	Cambio de pastillas delanteras	Mecanica	M-031	Frenos	15	30000	500	Preventivo
56	Cambio de pastillas traseras	Mecanica	M-032	Frenos	15	30000	500	Preventivo
57	Tensionar frenos y verificar el nivel de liquido de frenos	Mecanica	M-035	Frenos	15	5000	500	Preventivo
58	Rutina bimestral de chequeo	GENERAL	R-002	GENERAL		10000	500	Preventivo
59	Engrase general del vehiculo	Lubricacion	L-016	Direccion	20	5000	500	Preventivo
60	Revisar estado de muelles delanteros y traseros	Mecanica	M-036	Suspension	15	5000	500	Preventivo
61	Revisar el sedimentador de combustible y filtro peter	Mecanica	M-038	Motor	20	5000	500	Preventivo
62	Mantenimiento y sondeo del radiador	Mecanica	M-039	Motor	15	60000	500	Preventivo
63	Calibrar válvulas de motor	Mecanica	M-062	Motor	60	15000	500	Preventivo
64	Revisar y Engrasar rodamientos de llantas	Lubricacion	L-017	Motor	30	5000	500	Preventivo
65	Lubricar tornillos de tensión	Lubricacion	L-018	Motor	20	5000	500	Preventivo
66	Cambiar bandas de freno delanteros	Mecanica	M-068	Frenos	15	30000	500	Preventivo
67	Revisar sistema de suspensión	Mecanica	M-072	Suspension	24	5000	500	Preventivo
68	Revisar y limpiar tanque de combustible	Mecanica	M-080	Motor	30	60000	500	Preventivo
69	Revisar/cambiar correa de compresor	Mecanica	M-083	Motor	15	5000	500	Preventivo
70	Revisar fugas de sistema de dirección	Mecanica	M-084	Direccion	15	5000	500	Preventivo
71	Revisar bomba de freno	Mecanica	M-086	Frenos	15	30000	500	Preventivo
72	Revisar tuberías y mangueras	Mecanica	M-087	Motor	20	5000	500	Preventivo
73	Revisar sistema hidraulico en general	Mecanica	M-088	Motor	15	5000	500	Preventivo
74	Revisar diferencial	Mecanica	M-089	Transmision	15	5000	500	Preventivo
75	Revisar tren delantero	Mecanica	M-093	Suspension	15	5000	500	Preventivo
76	Revisar perdida de aceite en caja de dirección	Mecanica	M-096	Direccion	15	5000	500	Preventivo
77	Revisar sistema de embrague	Mecanica	M-097	Transmision	15	10000	500	Preventivo
78	Revisar/Cambiar palanca de cambios	Mecanica	M-100	Transmision	30	5000	500	Preventivo
79	Revisar inyectores	Mecanica	M-105	Motor	15	15000	500	Preventivo
80	Revisar caja de cambios	Mecanica	M-110	Transmision	15	10000	500	Preventivo
81	Revisar correas trapezoidal	Mecanica	M-112	Motor	6	5000	500	Preventivo
82	Revisar pastillas y mordazas	Mecanica	M-113	Frenos	6	5000	500	Preventivo
83	Recorrido de prueba		NO		24		500	Preventivo
84	Cambio de aceite eje trasero y delantero	Lubricacion	L-019	Transmision	18	60000	500	Preventivo
85	Revisar respiraderos de motor, caja de cambios y eje motriz	Lubricacion	L-020	Transmision	12	10000	500	Preventivo
86	Revisar parabrisas y limpiaparabrisas	Carroceria	C-018	Carroceria	6	5000	500	Preventivo
87	Revisar ajuste y estado soporte, amortiguadores y chasis	Mecanica	M-114	Suspension	18	5000	500	Preventivo
88	Cambiar filtro AdBlue	Lubricacion	L-021	Motor	30	120000	500	Preventivo
89	Revisar acumulador de presión AdBlue	Lubricacion	L-022	Motor	6	60000	500	Preventivo
90	Cambiar filtro secador de aire comprimido	Lubricacion	L-023	Motor	18	10000	500	Preventivo
91	Cambiar líquido refrigerante	Lubricacion	L-024	Motor	54	60000	500	Preventivo
92	Cambiar filtro del sistema de dirección	Lubricacion	L-025	Direccion	90	10000	500	Preventivo
93	Rutina de inspección		NO		15		500	Preventivo
94	Limpieza tanque EGR	Mecanica	M-115	Motor	20	60000	500	Preventivo
95	Revisión de sillas usuario	Carroceria	C-019	Carroceria	20	5000	500	Preventivo
96	Alineacion y balanceo del vehiculo	Mecanica	M-119	Suspension	90	40000	5000	Preventivo

Fuente. El autor

NOTA: bajo condiciones rigurosas de operación se deben reducir las frecuencias de mantenimiento entre un 30% y un 40%, y se recomienda hacer un análisis de operación del vehículo o de la flota para conseguir datos precisos del plan de mantenimiento.

Asimismo, se estableció un cronograma por distancia recorrida (kilometraje) para la correcta ejecución de dicho plan (figura 55), se debe aclarar que la rutina de 5000 km se debe ejecutar mensualmente en vehículos de transporte de carga o pasajeros.

Figura 55. Propuesta de cronograma de ejecución del plan de mantenimiento

			COOPERATIVA MULTIACTIVA DE TRANSPORTES ESPECIALES Y TURISMO ROYAL EXPRESS NIT 891408122-6							V-1 01-09-2018					
			PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL												

CODIGO LEMC	REQUERIMIENTO	TIEMPO (min)	FRECUENCIA (Km)	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000
			TOLERANCIA (Km)												
R-001	Rutina 5000 Km	300	500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
L-007	Cambiar filtro trampa de combustible	15	500		X		X		X		X		X		X
L-020	Revisar respiraderos de motor, caja de cambios y eje motriz	12	500		X		X		X		X		X		X
L-023	Cambiar filtro secador de aire comprimido	18	500		X		X		X		X		X		X
L-025	Cambiar filtro del sistema de dirección	90	500		X		X		X		X		X		X
E-007	Mantenimiento baterías (limpieza, ajuste, etc)	30	500		X		X		X		X		X		X
M-009	Revisar cilindro maestro de embrague	20	500		X		X		X		X		X		X
M-010	Revisar cilindro esclavo del embrague	20	500		X		X		X		X		X		X
M-011	Revisar sistema de enfriamiento	20	500		X		X		X		X		X		X
M-015	Rotar llanta	15	500		X		X		X		X		X		X
M-097	Revisar sistema de embrague	15	500		X		X		X		X		X		X
M-110	Revisar caja de cambios	15	500		X		X		X		X		X		X
M-025	Revisar terminales de dirección	20	500			X			X			X			X
M-026	Revisar/Ajuste de cruceta de cardan	20	500			X			X			X			X
M-062	Calibrar válvulas de motor	60	500			X			X			X			X
M-105	Revisar inyectores	15	500			X			X			X			X
E-010	Mantenimiento de alternador	30	500					X					X		
L-011	Cambiar aceite de caja de dirección	20	500						X					X	
L-012	Cambiar aceite de la diferencial	20	500						X						X
L-013	Cambiar aceite de caja de cambios	20	500						X						X
M-002	Cambiar bandas de freno traseras	30	500						X						X
M-004	Cambiar líquido del sistema de frenos	20	500						X						X
M-031	Cambio de pastillas delanteras	15	500						X						X
M-032	Cambio de pastillas traseras	15	500						X						X
M-068	Cambiar bandas de freno delanteros	15	500						X						X
M-086	Revisar bomba de freno	15	500						X						X
M-119	Alineación y balanceo del vehículo	90	500								X				
L-019	Cambio de aceite eje trasero y delantero	18	500												X
M-005	Cambiar el líquido del embrague	20	500												X
M-017	Cambiar manguera	30	500												X
M-039	Mantenimiento y sondeo del radiador	15	500												X
M-080	Revisar y limpiar tanque de combustible	30	500												X
M-115	Limpieza tanque EGR	20	500												X

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL O 5000 KILOMETROS															
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Cambiar aceite de motor	Chequeo de baterías, cables y bornes	Revisar componentes neumáticos	Revisar el sedimentador de combustible y filtro peter
Cambiar filtro de aceite del motor	Revisar componentes (tablero, luces internas y externas)	Revisar bandas de freno trasero	Revisar sistema de suspensión
Revisar nivel de aceite caja de cambios	Revisión de puertas eléctrico	Revisar sistema de puertas aire	Revisar/cambiar correa de compresor
Revisar nivel de aceite ejes	Chequeo componentes eléctricos (motor, frenos, etc)	Revisar sistema de puertas general	Revisar fugas de sistema de dirección
Revisar nivel de aceite diferencial	Revisar diferencial	Revisar banda de ventilador	Revisar tuberías y mangueras
Revisar nivel de aceite caja de dirección	Revisar balineras y cauchos de cardán y yugo	Revisar bandas de freno delantero	Revisar sistema hidráulico en general
Cambiar filtro de aire	Revisar accesorios externos del vehículo	Revisar Acrílicos Martillos de Expulsión	Revisión de sillas usuario
Cambiar filtro de combustible	Revisar accesorios internos del vehículo	Ajuste de biseles	Revisar tren delantero
Lubricar guaya de cambios	Revisar puertas de servicio	Ajuste de pasamanos	Revisar pérdida de aceite en caja de dirección
Revisar y lubricar splinters derecho e izquierdo	Revisar banda de transmisión a bomba hidráulica	Revisar accesorios externos, internos y puertas de servicio	Revisar/Cambiar palanca de cambios
Lubricación y engrase de puertas de servicio	Revisar bujes sistema control de cambios	Revisar paredes y techos	Revisar correas trapezoidal
Engrase general del vehículo	Revisar sedimentador de combustible	Revisar ajuste de vidrios y ventanas	Revisar pastillas y mordazas
Revisar y engrasar rodamientos de llantas	Revisar sistema multiplicador de frenado	Tensionar frenos y verificar el nivel de líquido de frenos	Revisar parabrisas y limpiaparabrisas
Lubricar tornillos de tensión	Revisión exterior del radiador y su tapa	Revisar estado de muelles delanteros y traseros	Revisar ajuste y estado soporte, amortiguadores y chasis

Fuente. El autor

6.2. PLAN DE MANTENIMIENTO “PREMIUM”:

El segundo servicio que se planeó ofrecer en el centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express fue el de planes de mantenimiento tipo premium, este servicio será enfocado principalmente a flotas vehiculares numerosas o a vehículos adscritos a empresas de transporte en general, aunque no se deja de lado la opción de la prestación de este servicio a personas particulares que quieran hacerle un seguimiento más preciso al mantenimiento de su vehículo.

Dicho servicio consiste en la prestación del servicio de mantenimiento preventivo al vehículo (al igual que con el plan básico), con la diferencia de que en este se ofrecerán los siguientes servicios extras:

- Seguimientos precisos del rendimiento de las llantas en los cuales se realizará periódicamente la inspección del estado de estas (que no presenten pinchaduras, filamentos expuestos, golpes, fugas, etc.), se realizará la medición de la profundidad de labrado, así como también de la presión de inflado. Con la información recolectada se presentará un informe periódico con los costos por kilómetro de cada llanta en cada posición, donde se darán recomendaciones de mantenimiento tales como calibración, balanceo, rotación, volteos o recambio; adicional a esto se recomendará la marca de llanta más apropiada según sea el tipo de vehículo o las condiciones de conducción.
- Se realizaran algunas actividades de mantenimiento predictivo con las cuales se pueda mejorar el rendimiento y duración de los insumos y repuestos de los vehículos, algunas de las actividades de mantenimiento predictivo a ofrecer serán: análisis de aceites para el aceite de motor y transmisión; mediciones termográficas de las conexiones eléctricas; análisis de humos y gases de combustión del motor; inspecciones boroscópicas en los elementos que lo permitan como la caja de cambios, el alternador, el diferencial, etc.
- Se prestará el servicio de administración del mantenimiento del vehículo y/o de la flota, según sea el caso; con los que se buscará que los propietarios o

empresas afiliadoras de los vehículos se liberen de cargas y responsabilidades.

- Se realizarán informes de mantenimiento y del estado del vehículo o de la flota (según sea el caso) periódicamente y cada vez que el vehículo entre al taller a mantenimiento preventivo, esto con el fin de que dichas empresas y propietarios den cumplimiento a los lineamientos de las normas adoptadas por el ministerio de transporte.

6.3. PERSONALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO Y PLAN DE MANTENIMIENTO DEL FABRICANTE:

El tercer servicio que se buscará ofrecer en el centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express será el de planes de mantenimiento preventivo personalizados, esto les permitirá a los propietarios de los vehículos “moldear” a su gusto o según sus condiciones económicas el plan de mantenimiento preventivo para su vehículo, incluyendo o excluyendo requerimientos de una lista de 96 disponibles.

Esto también les permitirá a los propietarios tener la opción de que a sus vehículos se les ejecute el plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante del vehículo (si lo desean).

6.4. SERVICIOS DE MANTENIMIENTO INDIVIDUALES:

Con el fin de brindar un mayor portafolio de servicios y a su vez ser un modelo de negocio versátil, también se prestarán servicios de mantenimiento preventivo individuales; esto quiere decir que los vehículos podrán ingresar al centro de servicio técnico a recibir el servicio de desde un solo requerimiento de mantenimiento en adelante, por ejemplo: solo cambio de aceite, solo lubricación y ajuste de la transmisión, solo rotación de llantas, etc.

6.5. VENTA DE INSUMOS Y REPUESTOS VEHICULARES DE ALTA ROTACIÓN:

El último servicio que se prestará en el centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express y con el que se pretende obtener un buen posicionamiento será el de la venta de insumos y repuestos de alta rotación, esto quiere decir que se distribuirán entre clientes del centro de servicio técnico y terceros una gama variada de repuestos e insumos necesarios para mantener en buen estado y funcionamiento los vehículos, algunos de los productos e insumos que se planteó ofrecer son:

- Aceites de motor, de caja de cambios y de diferencial.
- Grasas lubricantes.
- Baterías para vehículos.
- Elementos filtrantes.
- Empaquetaduras, racores y acoples.
- Mangueras.
- Tornillería en general.
- Aditivos.
- Llantas de diferentes referencias.
- Correas de transmisión de diferentes referencias.
- Plumillas de limpiaparabrisas.
- Líquido refrigerante.
- Líquido para frenos.
- Productos para estética y aseo del vehículo.

Los insumos y repuestos de baja rotación que son necesarios en un vehículo y que se tienen que revisar y cambiar según lo establecido en el plan de mantenimiento preventivo serán adquiridos por encargo previamente según sea la programación del vehículo, esto para evitar tener insumos y repuestos retenidos en el almacén por mucho tiempo. Algunos de estos insumos y repuestos son:

bandas y discos de frenos, pasadores de muelles de hojas, bujes de suspensión, amortiguadores, toberas, inyectores, alternadores, etc.

También se tiene previstos unos posibles proveedores para los insumos y repuestos del centro de servicio técnico, como los son: Eduardmuelles S.A.S, Muelles JM, Servifrenos S.A, Casa López, Coexito. En reunión con representantes de algunos de estos posibles proveedores se pudo preestablecer unos márgenes entre el 20% y el 30% de ganancia por sobre la compra y venta de los insumos y repuestos; esto quiere decir que según fuese el precio de venta del producto al cliente, el valor a pagar al proveedor sería entre el 20% y el 30% menos.

7. DISEÑO DEL CENTRO DE SERVICIO TECNICO

Habiendo recopilado ya toda la información requerida para el diseño del centro de servicio técnico, así como también teniendo definidos que tipos de servicios se desean prestar, se procedió a realizar los cálculos necesarios para el diseño de este; tales como: capacidad instalada, numero de operarios y puestos de trabajo necesarios, tamaño y tipo de los puestos de trabajo, áreas comunes, área total necesaria, etc.

7.1. OSTACULOS EN DISPONIBILIDAD Y TIEMPOS DE LOS VEHICULOS

Durante la fase de recopilación de información para la realización del presente trabajo se pudo evidenciar que los vehículos de la Cooperativa Royal Express presentaban bajas disponibilidades de tiempo para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, por lo tanto para el diseño del centro de servicio técnico de la Cooperativa se tuvieron que tener en cuenta tres factores importantes los cuales afectan directamente el diseño de este, los cuales son: los intervalos de tiempo durante el día en los cuales el vehículo está realizando recorridos laborales y en los que está libre, el número de entradas al taller por vehículo previstas durante un determinado periodo de tiempo (en nuestro caso un mes), y por último, cuáles vehículos representarán el cuello de botella del centro de servicio técnico.

En la figura 56, se presenta el cuadro de disponibilidad de los vehículos de tipo microbús, los cuales representan el cuello de botella del centro de servicio técnico debido a que estos tipos de vehículos son los únicos que presentan horarios de recorridos fijos, a diferencia de los buses y busetas que no tienen recorridos laborales fijos.

Figura 56. Disponibilidad de la flota

	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
8:00 a. m.	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
9:00 a. m.	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
10:00 a. m.	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
11:00 a. m.	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
12:00 p. m.	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
1:00 p. m.	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
2:00 p. m.	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
3:00 p. m.	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
4:00 p. m.	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	OCUPADO	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
5:00 p. m.	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
6:00 p. m.	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE

Fuente. El autor

7.2. CAPACIDAD INSTALADA

La primera estimación que se realizó, y a su vez las más importante, fue la de la capacidad instalada; si se desea cumplir a cabalidad con la prestación de los servicios de mantenimiento preventivo a todos los vehículos adscritos a la cooperativa, y a su vez tener unos costos lo más ideales posibles, se tiene que contar con el tiempo, espacio y personal necesario para estas labores, de lo contrario se podrían presentar dos escenarios probables y no deseados, los cuales son:

- **Sobre diseño:** la capacidad instalada está muy por encima de la que realmente se necesita, lo que ocasiona altos costos de funcionamiento, personal poco eficiente y con mucho tiempo libre, maquinaria y equipos con muy poco uso.
- **Sub diseño:** la capacidad instalada está por debajo de la que realmente se necesita, lo que ocasiona acumulación de vehículos en el taller, cuellos de botella, personal muy atareado, pérdida de servicios por no poder realizarlos, mala calidad en los servicios realizados.

Estos dos escenarios posibles se tienen que evitar a toda costa, debido a que uno de los objetivos principales de toda organización y/o empresa es el de realizar una distribución eficiente y eficaz de los recursos con los que se trabaja para así poder obtener la mayor utilidad en los ingresos recaudados.

La capacidad instalada del centro de servicio técnico se asumió como el número total de vehículos adscritos a la cooperativa (97 vehículos actualmente), sin embargo, debido a que el cuello de botella lo representan los vehículos de tipo microbús ya que estos son los que disponen de menos tiempo para realizar mantenimiento, se realizó el cálculo con base en el número total de vehículos de tipo microbús.

Q: capacidad instalada (**vehículos**)

Q = 65 vehículos (Tomado del numeral 1.6)

7.3. NÚMERO DE OPERARIOS Y DE PUESTOS DE TRABAJO

Teniendo determinada la capacidad instalada del centro de servicio técnico se procedió a realizar la estimación del número ideal de operarios necesarios para poder dar abasto a la totalidad de vehículos. Para esto se tuvo en cuenta el número de entradas al taller de cada vehículo por mes, así como también el tiempo de permanencia de cada entrada al taller (fórmula 1):

$$\mathbf{T.mtto = Q * N.rutinas * T.rutina} \quad \mathbf{(1)}$$

(fórmula 1)

Donde:

T. mtto: tiempo total necesario dedicado a actividades de mantenimiento al mes (h/mes);

Q: capacidad instalada del centro de servicio técnico (vehículos);

N. rutinas: número total de rutinas de mantenimiento al mes por cada vehículo (rutina/vehículo*mes);

T. rutina: tiempo total de cada rutina de mantenimiento por vehículo ejecutada (h/rutina).

Para poder suplir las necesidades del centro de servicio técnico, el tiempo total del que dispondrán los operarios para realizar todas las rutinas de mantenimiento a todos los vehículos debe de ser igual al tiempo total necesario dedicado a actividades de mantenimiento (fórmula 2):

T. oper: tiempo del que dispone cada operario para realizar las rutinas de mantenimiento en un día (h/día);

R. oper: cantidad total de operarios necesarios (-)

$$\mathbf{T. mtto = T. oper * R. oper} \quad \mathbf{(2)}$$

(fórmula 2)

Igualando las fórmulas (1) y (2) y despejando el término que representa la cantidad necesaria de operarios se obtiene la fórmula 3:

$$\mathbf{Q * N. rutinas * T. rutina = T. oper * R. oper}$$
$$\mathbf{R. oper = \frac{Q * N. rutinas * T. rutina}{T. oper} (operarios)} \quad \mathbf{(3)}$$

(fórmula 3)

Al observar la fórmula (3), se evidencia de que la cantidad de operarios necesarios para el centro de servicio técnico está ligada directamente a la cantidad de vehículos que ingresen a este, sin embargo en dicha fórmula falta un término el cual es la eficiencia del operario, si se realizan los cálculos del número de operarios sin tener en cuenta esta variable, se estaría asumiendo de que estos trabajarían al 100% de su capacidad física, así como también se asumiría de que

estos no tienen pérdidas de tiempo ya sea por ocio o actividades varias necesarias como lo son ir al baño o tomarse un descanso.

Por lo anteriormente expuesto se hizo necesario agregar el termino E (eficiencia del operario) y el termino D (días en que funcionara el centro de servicio técnico al mes) en el denominador de la anterior ecuación, dando como resultado final la fórmula necesaria para determinar exactamente el número de operarios necesarios para dar cumplimiento a la capacidad instalada del centro de servicio técnico (fórmula 4):

T. mto: tiempo total necesario dedicado a actividades de mantenimiento al mes (h/mes);

Q: capacidad instalada del centro de servicio técnico (vehículos);

N. rutinas: número total de rutinas de mantenimiento al mes por cada vehículo (rutina/vehículo*mes);

T. rutina: tiempo total de cada rutina de mantenimiento por vehículo ejecutada (h/rutina) ;

T. oper: tiempo del que dispone cada operario para realizar las rutinas de mantenimiento (h/oper*día);

R. oper: cantidad total de operarios necesarios;

E: eficiencia del operario;

D: días en que funcionara el centro de servicio técnico al mes (días/mes).

$$\mathbf{R. oper = \frac{Q*N.rutinas*T.rutina}{E*T.oper*D} \text{ (operarios)} \quad (4)}$$

(fórmula 4)

Teniendo definida la fórmula (4) que determinara el número de operarios necesarios para el funcionamiento del centro de servicio técnico, se procedió a dar valores a cada una de las variables que intervienen directamente en el cálculo:

Q = 65 (vehículos), a pesar de que la capacidad instalada es 100 vehículos, se toma este valor ya que corresponde al cuello de botella;

T. oper = 3 (h/oper*día), es el máximo tiempo (de seguido) que pueden estar los vehículos en el centro de servicio técnico por día;

N. rutinas = 2 (rutinas/mes*vehículo), puesto que el tiempo necesario para realizar una intervención de mantenimiento preventivo completa es aproximadamente 3 horas y que además el máximo intervalo de disponibilidad del que disponen los vehículos al día es de 3 horas, se asume que se dividirá cada intervención de mantenimiento en dos rutinas;

T. rutina = 1,5 (h/rutina), es el tiempo necesario para realizar una rutina de mantenimiento preventivo;

E = 0,85 , se asume como un valor aproximado para facilitar los cálculos, sin embargo, esta puede variar entre cada operario;

N = 26 (días/mes), se laborará todos los días del mes sin contar los domingos.

Aplicando la formula (4), se tiene:

$$R. oper = \frac{65 \text{ vehiculos} * \frac{2 \text{ rutinas}}{\text{mes} * \text{vehiculo}} * \frac{1,5 \text{ h}}{\text{rutina}}}{0,85 * \frac{3 \text{ h}}{\text{operario} * \text{día}} * \frac{26 \text{ días}}{\text{mes}}}$$

$$R. oper = 2,94 \approx 3 \text{ operarios}$$

Teniendo ya estimado el número aproximado de operarios necesarios para satisfacer la necesidad de horas de mantenimiento de los vehículos que representan el cuello de botella del centro de servicio técnico, se procedió a realizar la estimación del número total de puestos de trabajo necesarios para atender a la totalidad de estos vehículos.

Debido a que se espera que todos los operarios del centro de servicio técnico trabajen en un vehículo a la vez (y no en varios simultáneamente), se decidió asignar un puesto de trabajo por cada operario, en nuestro caso, el centro de servicio técnico contará inicialmente con tres (3) puestos de trabajo para mantenimiento preventivo inicialmente; a medida que la capacidad instalada se vaya viendo insuficiente será necesario contratar más operarios y por ende la creación de nuevos puestos de trabajo para mantenimiento.

N. puestos de trabajo = 3

7.4. TAMAÑO DE LAS INSTALACIONES

Con el número de puestos de trabajo necesarios ya determinado, el siguiente paso a seguir fue el de realizar la estimación del tamaño de cada uno de estos puestos de trabajo para mantenimiento, teniendo en cuenta que en el centro de servicio técnico se le prestarán los servicios de mantenimiento preventivo a una gran variedad de vehículos, como lo son: microbuses, buses y busetas, así como también automóviles, camionetas y camiones medianos; se tomaron medidas de todos los tres tipos de vehículos principales para así tener una estimación aproximada del área necesaria para los puestos de trabajo.

➤ Vehículos tipo microbús

Largo: 5 550 mm

Alto: 2 075 mm

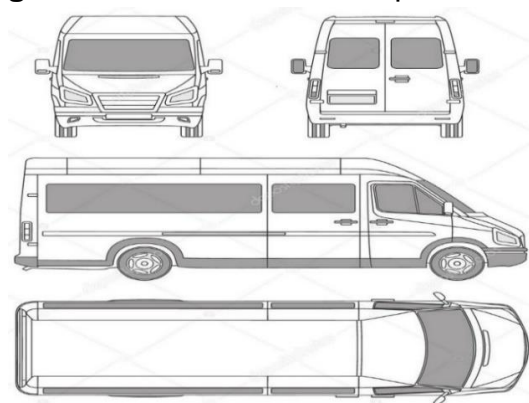
Ancho: 1 810 mm

Distancia entre ejes: 2 980 mm

Peso: 2 207 kg

Nota: debido a que el mayor número de vehículos tipo microbús son de marca y línea Kia Pregio, se tomaron estas medidas como el estándar de un vehículo de este tipo (Figura 57).

Figura 57. Vistas vehículos tipo microbús



Fuente. <https://sp.depositphotos.com/112906380/stock-illustration-car-commercial-vehicle-delivery-van.html>

➤ **Vehículos tipo bus**

Largo: 7 425 mm

Alto: 3 000 mm aprox. Dependiendo de la carrocería

Ancho: 2 200 mm

Distancia entre ejes: 4 360 mm

Peso: 10 400 kg

Nota: debido a que el mayor número de vehículos tipo bus son de marca y línea Chevrolet FRR, se tomaron estas medidas como el estándar de un vehículo de este tipo (Figura 58).

Figura 58. Vistas vehículos tipo bus



Fuente. <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/bus-vector-mock-advertising-corporate-identity-678893752>

➤ **Vehículos tipo buseta**

Largo: 5 985 mm

Alto: 3 000 mm aprox. Dependiendo de la carrocería

Ancho: 2 040 mm

Distancia entre ejes: 3 365 mm

Peso: 7 500 kg

Nota: debido a que el mayor número de vehículos microbús son de marca y línea Chevrolet NPR, se tomaron estas medidas como el estándar de un vehículo de este tipo (Figura 59) .

Figura 59. Vistas vehículos tipo buseta



Fuente. <https://www.freejpg.com.ar/istocksim/936991078?s=1>

Teniendo las medidas aproximadas de cada uno de los tipos de vehículos a los que se le prestarán servicios en el centro de servicio técnico, se procedió a determinar el área de cada uno de los puestos de trabajo necesarios para el funcionamiento de este. Para esto se asumió de que a cada puesto de trabajo se le podría asignar un vehículo de cualquier tipo (sin importar sus dimensiones), esto para hacer más polifuncionales y dinámicos dichos espacios.

Por lo anteriormente expuesto, se decidió asignar inicialmente un área igual a la ocupada por el tipo de vehículo más grande que se espera ingrese al centro de servicio técnico:

$$A_0 = (5.585 \text{ mm}) * (2.040 \text{ mm})$$

$$A_0 = 11'393.400 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = 11,3934 \text{ m}^2 \text{ (área total ocupada por cada vehículo)}$$

Para realizar la estimación del área total del puesto de trabajo se tuvo en cuenta otro factor importante aparte del tamaño del vehículo que ~~lo~~ ocupará; este factor fue el área de circulación del operario que realizará las labores de mantenimiento al vehículo. Para que exista comodidad, facilidad de circulación y de trabajo, más espacio para los movimientos del operario y para la manipulación de herramientas y equipos, se decidió aumentar el área del puesto de trabajo en 1 m por ambos lados (ancho y largo), quedando así definida el área total de cada puesto de trabajo:

$$A_{\text{puesto } W} = (5.585 \text{ mm} + 2.000 \text{ mm}) * (2.040 \text{ mm} + 2.000 \text{ mm})$$

$$A_{\text{puesto } W} = (7.585 \text{ mm}) * (4.040 \text{ mm})$$

$$A_{\text{puesto } W} = 30'643.400 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{puesto } W} = 30,6434 \frac{m^2}{\text{puesto } W} \text{ (área total de cada puesto de trabajo)}$$

Definido el tamaño total de cada puesto de trabajo, se procedió a realizar la estimación del área total necesaria en puestos de trabajo, así como también la de otros espacios necesarios para la operación de un establecimiento de mantenimiento vehicular:

$$A_{total\ puestos\ W} = A_{puesto\ W} * N.puestos$$

$$A_{total\ puestos\ W} = 30,6434 \frac{m^2}{puesto\ W} * 3\ puestos\ de\ W$$

$$A_{total\ puestos\ W} = 91,9302\ m^2 \text{ (área total de todos los puestos de trabajo)}$$

Para la estimación de las áreas de los otros espacios, se tuvo en cuenta la experiencia obtenida por medio de las visitas realizadas a los diferentes establecimientos de mantenimiento vehicular, en dichas visitas se pudo observar que estos establecimientos contaban con espacios varios como lo son: salas de espera y ocio, baños para operarios y visitantes, oficinas de administración y facturación, almacén de repuestos e insumos, espacios para almacenaje de desechos, parqueaderos, espacios para los equipos y herramientas, etc. Las estimaciones obtenidas fueron las siguientes:

- Salas de espera y ocio: representaban aproximadamente el 60% del área total de los puestos de trabajo, en nuestro caso:

$$A_1 = 0,6 * 91,9302\ m^2$$

$$A_1 = 55,15812\ m^2 \approx 55\ m^2 \text{ (área total para salas de espera y áreas comunes)}$$

- Baños para operarios empleados y visitantes: generalmente, se contaba con 1 unidad sanitaria por cada actor, en nuestro caso:

$$A_2 = 3 * (4\ m^2)$$

$$A_2 = 12 \text{ m}^2 \text{ (área total para zonas de baño)}$$

- Oficinas de administración y facturación: generalmente representaban entre el 60 y 80 por ciento de las áreas comunes, es decir:

$$A_3 = 0,8 * (55 \text{ m}^2)$$

$$A_3 = 44 \text{ m}^2 \text{ (área total para oficinas)}$$

- Almacén de repuestos e insumos: para estos espacios se observó que el tamaño total del almacén era proporcional al tipo y la cantidad de repuestos que en este se almacenaban, es decir, la rotación de los repuestos afectaba el tiempo en que estos permanecían almacenados, mientras que existían repuestos e insumos que podían pasar varios meses guardados, habían otros los cuales eran solicitados diariamente, es por esto que para determinar el tamaño total del almacén se asumió que este tendría un área igual al área destinada para la zona de oficinas, es decir:

$$A_4 = A_3 = 44 \text{ m}^2 \text{ (área total del almacén de repuestos e insumos)}$$

- Almacenaje de desechos: el tamaño de estos espacios, al igual que con el almacén de insumos y repuestos, depende de la cantidad de insumos y repuestos reemplazados, es por esto por lo que se decidió asignar un área igual a la del almacén de repuestos e insumos para almacenar todo tipo de desechos producido por el centro de servicio técnico:

$$A_5 = A_4 = 44 \text{ m}^2 \text{ (área total del cuarto de desechos)}$$

- Áreas de parqueo: debido a que se espera que todos los vehículos que ingresen al centro de servicio técnico para algún servicio lo hagan separando cupo previamente, se decidió minimizar a máximo el área de parqueaderos, esto sin dejar por fuera la necesidad de tener áreas de “pulmón” para posicionar los vehículos cuando terminen de ser intervenidos mientras el propietario los recoge nuevamente. Es por esto por lo que se asumió un área de parqueaderos igual a la de los puestos de trabajo:

$$A_6 = A_{total\ puestos\ W} = 91,9\ m^2 \text{ (área total destinada para zonas de pulmón)}$$

- Zonas para almacenaje de equipos pequeños y herramientas de mano: durante las visitas a los diferentes establecimientos de mantenimiento preventivo citados anteriormente, se pudo observar que generalmente las herramientas y equipos pequeños se almacenaban en el mismo sitio que los insumo y repuestos, para lograr una independencia entre áreas se asumió un área para dicho uso de:

$$A_7 = 20\ m^2 \text{ (área total destinada para almacenaje de herramientas y equipos)}$$

- Zonas para el almacenaje de equipos de gran tamaño: debido que para realizar actividades de mantenimiento preventivo a un vehículo, generalmente se necesita de algunos equipos de gran tamaño como lo son: elevadores, alineadoras, desmontadoras de llantas, balanceadoras, engrasadoras, etc., se tomó la decisión de ubicar estos equipos de tamaño significativo en los mismos puestos de trabajo para así evitar el traslado de equipos entre los mismos puestos lo cual podría provocar accidentes y posibles lesiones.

Con las estimaciones del tamaño de cada una de las zonas necesarias para el funcionamiento del centro de servicio técnico, se procedió a calcular el área total del establecimiento:

$$A_{total} = A_{total\text{ puestos } W} + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7$$

$$A_{total} = (91,9302 + 55 + 12 + 44 + 44 + 44 + 91,9302 + 20) m^2$$

$$A_{total} = 402,8604 m^2 \approx 400 m^2 \text{ (área total del centro de servicio técnico)}$$

7.5. MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

El siguiente paso a seguir en el diseño del centro de servicio técnico fue el de la selección de maquinaria, equipos y herramientas necesarias para dar mantenimiento a todos los tipos de vehículos que se pretende cobijar con los servicios de mantenimiento; para tener una adecuada selección de estos componentes fundamentales en el funcionamiento del centro de servicio técnico se tuvo en cuenta la experiencia adquirida en las visitas realizadas a los otros establecimientos de mantenimiento así como también los conceptos aportados por mecánicos, técnicos y conductores; es así como se logró llegar a la lista de equipos y herramientas necesarias (tablas 3 y 4):

Tabla 3. Herramientas necesarias para el mantenimiento

ITEM	ESPECIFICACION	CANTIDAD
1	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,8mm	1
2	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,9mm	1
3	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,10mm	1
4	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,11mm	1
5	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,12mm	1
6	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,13mm	1
7	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,14mm	1
8	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,15mm	1
9	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,16mm	1
10	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,17mm	1
11	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,18mm	1

12	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,19mm	1
13	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,20mm	1
14	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,21mm	1
15	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,22mm	1
16	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,23mm	1
17	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,24mm	1
18	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,27mm	1
19	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,30mm	1
20	12.5MMDR. Copa de 6 puntos,32mm	1
21	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,10MM	1
22	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,12MM	1
23	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,13MM	1
24	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,14MM	1
25	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,15MM	1
26	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,16MM	1
27	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,17MM	1
28	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,18MM	1
29	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,19MM	1
30	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,21MM	1
31	12.5MMDR. Copa profunda de 6 puntos,22MM	1
32	10MMDR. Copa de 6 puntos,8mm	1
33	10MMDR. Copa de 6 puntos,9mm	1
34	10MMDR. Copa de 6 puntos,10mm	1
35	10MMDR. Copa de 6 puntos,11mm	1
36	10MMDR. Copa de 6 puntos,12mm	1
37	10MMDR. Copa de 6 puntos,13mm	1
38	10MMDR. Copa de 6 puntos,14mm	1
39	10MMDR. Copa de 6 puntos,15mm	1
40	10MMDR. Copa de 6 puntos,16mm	1
41	10MMDR. Copa de 6 puntos,17mm	1
42	10MMDR. Copa de 6 puntos,18mm	1
43	10MMDR. Copa de 6 puntos,19mm	1
44	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,4mm	1
45	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,4.5mm	1
46	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,5mm	1
47	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,5.5mm	1
48	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,6mm	1
49	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,7mm	1
50	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,8mm	1
51	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,9mm	1
52	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,10mm	1
53	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,11mm	1
54	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,12mm	1
55	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,13mm	1
56	6.3MMDR. Copa de 6 puntos,14mm	1

57	6.3MMDR. Ratchet reversible, 48T*146mm	1
58	10MMDR. Ratchet reversible, 48T*199mm	1
59	12.5MMDR. Ratchet reversible, 48T*250mm	1
60	12.5MMDr. Barra extensora en L	1
61	6.3MMDR. Junta universal	1
62	10MMDR. Junta universal	1
63	1/2"DR. Junta universal	1
64	6.3MMDR. Barra extensora, 4"	1
65	10MMDR. Barra extensora, 5"	1
66	6.3MM. Barra extensora flexible,150mm	1
67	3/8"DR. Adaptador de copas 3/8"F-1/4"M	1
68	1/2"DR. Adaptador de copas 1/2"F-3/8"M	1
69	12.5MMDR. Barra extensora giratoria,5"	1
70	12.5MMDR. Barra extensora giratoria,10"	1
71	Destornillador hexagonal (S2),4*30MM	1
72	Destornillador hexagonal (S2),5*30MM	1
73	Destornillador hexagonal (S2),6*30MM	1
74	Destornillador hexagonal (S2),7*30MM	1
75	Destornillador hexagonal (S2),8*30MM	1
76	Destornillador hexagonal (S2),9*30MM	1
77	Destornillador hexagonal (S2),10*30MM	1
78	Destornillador hexagonal (S2),12*30MM	1
79	Destornillador hexagonal (S2),4*75MM	1
80	Destornillador hexagonal (S2),5*75MM	1
81	Destornillador hexagonal (S2),6*75MM	1
82	Destornillador hexagonal (S2),7*75MM	1
83	Destornillador hexagonal (S2),8*75MM	1
84	Destornillador hexagonal (S2),9*75MM	1
85	Destornillador hexagonal (S2),10*75MM	1
86	Destornillador hexagonal (S2),12*75MM	1
87	Destornillador hexagonal curvo (S2),M5*30MM	1
88	Destornillador hexagonal curvo (S2),M6*30MM	1
89	Destornillador hexagonal curvo (S2),M8*30MM	1
90	Destornillador hexagonal curvo (S2),M10*30MM	1
91	Destornillador hexagonal curvo (S2),M12*30MM	1
92	Destornillador hexagonal curvo (S2),M5*75MM	1
93	Destornillador hexagonal curvo (S2),M6*75MM	1
94	Destornillador hexagonal curvo (S2),M8*75MM	1
95	Destornillador hexagonal curvo (S2),M9*75MM	1
96	Destornillador hexagonal curvo (S2),M10*75MM	1
97	Destornillador hexagonal curvo (S2),M12*75MM	1
98	Destornillador hexagonal curvo (S2),M14*75MM	1
99	Destornillador hexagonal curvo (S2),M16*75MM	1
100	Destornillador de estrella (S2),T20*30MM	1
101	Destornillador de estrella (S2),T25*30MM	1

102	Destornillador de estrella (S2),T27*30MM	1
103	Destornillador de estrella (S2),T30*30MM	1
104	Destornillador de estrella (S2),T40*30MM	1
105	Destornillador de estrella (S2),T45*30MM	1
106	Destornillador de estrella (S2),T50*30MM	1
107	Destornillador de estrella (S2),T55*30MM	1
108	Destornillador de estrella (S2),T60*30MM	1
109	Destornillador de estrella (S2),T20*75MM	1
110	Destornillador de estrella (S2),T25*75MM	1
111	Destornillador de estrella (S2),T30*75MM	1
112	Destornillador de estrella (S2),T40*75MM	1
113	Destornillador de estrella (S2),T45*75MM	1
114	Destornillador de estrella (S2),T50*75MM	1
115	Destornillador de estrella (S2),T55*75MM	1
116	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T20H*30MM	1
117	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T25H*30MM	1
118	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T30H*30MM	1
119	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T40H*30MM	1
120	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T45H*30MM	1
121	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T50H*30MM	1
122	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T55H*30MM	1
123	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T30H*75MM	1
124	Destornillador de estrella con centro ahuecado(S2).T40H*75MM	1
125	Destornillador plano(S2).1.2*8*30MM	1
126	Destornillador de cruz(S2).PH3*30MM	1
127	Destornillador de estrella(S2).T52*100MM	1
128	Destornillador de 5 puntas (S2).T25*30mm	1
129	Destornillador de 5 puntas (S2).T30*30mm	1
130	10MMDR. Adaptador de destornillador.5/16"	1
131	1/2"Junta de copas,16MM	1
132	1/2"Junta de copas,21MM	1
133	1/2"Junta de copas,14MM	1
134	6.3MMDR. Barra extensora,2"	1
135	Llave tipo Bristol (métrica) ,1.5mm	1
136	Llave tipo Bristol (métrica) ,2mm	1
137	Llave tipo Bristol (métrica) ,2.5mm	1
138	Llave tipo Bristol (métrica) ,3mm	1
139	Llave tipo Bristol (métrica) 4mm	1
140	Llave tipo Bristol (métrica) ,5mm	1
141	Llave tipo Bristol (métrica) 6mm	1
142	Llave tipo Bristol (métrica) ,8mm	1
143	Llave tipo Bristol (métrica) ,10mm	1
144	Cinzel plano	1
145	Extractor de pines	1
146	Perforadora	1

147	Extractor de pines 3MM	1
148	Cinzel de punta 5mm	1
149	Llave ajustable ,10"	1
150	Llave combinada , 8mm	1
151	Llave combinada , 9mm	1
152	Llave combinada , 10mm	1
153	Llave combinada , 11mm	1
154	Llave combinada , 12mm	1
155	Llave combinada , 13mm	1
156	Llave combinada , 14mm	1
157	Llave combinada , 15mm	1
158	Llave combinada , 16mm	1
159	Llave combinada , 17mm	1
160	Llave combinada , 18mm	1
161	Llave combinada , 19mm	1
162	Llave combinada , 20mm	1
163	Llave combinada , 21mm	1
164	Llave combinada , 22mm	1
165	Llave combinada , 24mm	1
166	Llave combinada , 27mm	1
167	Llave combinada , 30mm	1
168	Llave combinada , 32mm	1
169	Llave de tuercas abocinadas.8*10	1
170	Llave de tuercas abocinadas.8*12	1
171	Llave de tuercas abocinadas.8*14	1
172	Llave de tuercas abocinadas.8*15	1
173	Set de galgas	1
174	Barra telescópica	1
175	Set de cuchillas	1
176	Llave de centro de válvula	1
177	Llave para filtros de aceite	1
178	Medidor de voltaje automatico,6V-12V-36V	1
179	Soplador de aire	1
180	Destornillador de pala, 3*75mm	1
181	Destornillador de pala, 5*100mm	1
182	Destornillador de pala, 6*38mm	1
183	Destornillador de pala, 6*150mm	1
184	Destornillador de cruz, PH#0*75mm	1
185	Destornillador de cruz,	1
186	Destornillador de cruz, PH#2*38mm	1
187	Destornillador de cruz,	1
188	Alicate,8"	1
189	Alicate de mandíbula bloqueada 10" (hombre solo)	1
190	Alicates combinados,8"	1
191	Alicate de punta larga,6"	1

192	Alicate de corte diagonal,6"	1
193	Alicate de punta curva,7"	1
194	Alicate de apriete de punta curva	1
195	Alicate de apriete de punta recta,7"	1
196	Alicate de apriete de punta recta	1
197	Cierra dentada	1
198	Carro de herramientas	1

Fuente. El autor

Tabla 4. Máquinas y equipos necesarios para el mantenimiento

ITEM	ESPECIFICACION	CANTIDAD
1	Alineadora de vehículos livianos	1
2	Alineadora de vehículos pesados	1
3	Plataforma de alineación para livianos	1
4	Balanceadora adaptable	1
5	Dosificadora de grasas	2
6	Dosificadora de aceite de motor y transmisión	3
7	Compresor de aire de tornillo o de pistón	1
8	Elevador hidráulico	2
9	Gato hidráulico	2
10	Soportes para elevación con gato hidráulico	4
11	Desmontadora de llantas	1
12	Multímetro o tester	1
13	Equipos de medición	1
14	Analizador y probador de baterías	1
15	Equipo alineador de luces	1
16	Limpiador de inyectores por ultrasonido	1
17	Extractor neumático de aceites usados	1
18	Pistola neumática	1

Fuente. El autor

7.6. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

A continuación, se detalla de acuerdo con los catálogos ofrecidos por los diferentes proveedores cada uno de los equipos y máquinas indicadas en la Tabla (4) que serán necesarios para la operación del centro de servicio técnico:

- **Alineadora de vehículos livianos (figura 60):** alineador con cámaras para alineación en vivo de dirección de vehículos livianos. Su tecnología permite alinear de manera efectiva, esto gracias a sus componentes de alta calidad como lo es su travesaño horizontal con motor, el cual permite que las cámaras se desplacen para alinear en diferentes alturas. Cuenta con targets profesionales (de 12" y de 8"), sujetador de timón, depresor de freno, platos delanteros, computador completo y mueble.

Figura 60. Alineadora de vehículos livianos



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Díámetro de rueda	Ancho de vía	Distancia entre ejes	Requisito eléctrico
13" – 26"	48" – 96"	79" – 180"	110V/60Hz/1Ph

- **Alineadora de vehículos pesados (figura 61):** alineador inalámbrico para vehículos comerciales (camiones, tráiler, buses y buses articulados) el cual se caracteriza por su velocidad, precisión, calidad y relación costo beneficio. Permite tomar medidas sin necesidad de llevar el vehículo. De la misma manera, cuenta con adaptadores magnéticos que garantizan una fácil adaptación de sus mordazas al rin.

Figura 61. Alineadora de vehículos pesados



Fuente. Catálogo de equipos Coexito

Especificaciones técnicas

Medición de convergencia	Medición de Caster	Medición de Camber	Medición de KPI	Dirección máxima	Requerimiento eléctrico
5 grados	10 grados	10 grados	20 grados	90 grados	120/240V 1Ph 60Hz

- **Balanceadora adaptable (figura 62):** balanceadora automática computarizada con monitor para ruedas de camiones, autos y camionetas. Está equipada con elevador de rueda y un doble medidor para detectar automáticamente todos los parámetros. Su palpador externo permite el ingreso del ancho de la rueda de manera automática. Cuenta con elevador neumático con capacidad de 200 Kg.

Figura 62. Balanceadora



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Capacidad de carga	Diámetro máximo de rueda	Diámetro máximo de rin	Ancho máximo de rueda	Eje	Requisito eléctrico	Velocidad de rotación
441 lbs (200 Kg)	45"(1.1143 mm)	30" (762 mm)	20" (508 mm)	40 mm	110V/60Hz/1Ph	100 – 180 rpm

- **Dosificadora de grasas (figura 63):** bomba de engrase robusta, de gran rendimiento, con palanca ajustable en tres diferentes posiciones alternativas. Para su utilización en cualquier condición medioambiental con grasas y aceites de alta viscosidad. Entrega por ciclo de 20, 15 o 10 gr según sea la posición de la palanca.

Figura 63. Dosificadora de grasas



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Presión variable	Capacidad de deposito	Manguera
175 – 350 bar	16 kg	1,8 m

- **Dosificadora de aceites de motor y transmisión (figura 64):** kit neumático de conexión directa a tambores de aceite. Cuenta con carrete, manguera de conexión, pistola digital cuenta litros, y bomba neumática. Indicado para uso de todo tipo de aceites. La bomba permite añadir posteriores salidas de fluido con enrollador y pistola cuenta litros.

Figura 64. Dosificadora de aceites



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Caudal máximo de la bomba	Relación de compresión de la bomba	Diámetro de manguera	Peso del carrete
35 L/min	3 : 1	½"	12,6 kg

- **Compresor de aire (figura 65):** cuenta con un tanque acumulador de aire comprimido, así como también con un filtro lubricador y regulador.

Figura 65. Compresor de aire alternativo



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Tanque	Potencia motor	Caudal	Ruido	Presión	Requisito eléctrico
300 L	7,5 HP	800 L/min	78 DB	10 bar/145 psi	220V/60Hz/3Ph

- **Alineadora de vehículos livianos (figura 66):** elevador de 2 columnas super-simétrico de paso inferior. Cuenta con 2 seguros de bloqueo los cuales se liberan desde un único punto. Cilindros hidráulicos de doble accionamiento directo fabricados según el standard ANSI (instituto americano de normas). Cuenta con accesorios adaptables de diferentes alturas para garantizar el servicio a todos los vehículos livianos del mercado.

Figura 66. Elevador de dos columnas



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Capacidad de carga	Altura de elevación	Altura total elevador	Ancho total elevador	Ancho de vía	Requisito eléctrico
9.000 lbs (4.0 Ton)	1930 - 2.200 mm	2.837 mm	3.458 mm	2.623 mm	220v/ 60Hz/1Ph

- **Gato hidráulico tipo caimán (figura 67) y soportes (figura 68):**

Figura 67. Gato hidráulico



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

capacidad	Altura mínima	Altura máxima	Dimensiones
3.000 kg	140 mm	520 mm	675 x 346 x 180 mm

Figura 68. Soportes para gato hidráulico



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Capacidad	Altura mínima	Altura máxima	Peso
3.000 kg	285 mm	425 mm	6,3 kg

- **Desmontadora y montadora de llantas (figura 69):** montallantas automático hidráulico para ruedas de servicio liviano y pesado. Cuenta con un sistema autocentrante universal de 4 grapas.

Figura 69. Desmontadora de llantas automática



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Sujeción externa llanta	Diámetro máximo de rueda	Ancho de rueda	Presión máxima de rueda	Requisito eléctrico
14" – 30"	1.640 mm – 65"	850 mm – 34"	1.200 kg	220V/60Hz/3Ph

- **Analizador y probador de baterías (figura 70):** equipo probador de batería automotriz, incluye pruebas del alternador, regulador, motor de arranque y diagrama de diodos. Realiza evaluación de baterías aun estando descargadas. Presenta un rango de baterías de 200 hasta 3.000 Amperios en arranque en frio. De la misma manera realiza pruebas de carga, descarga y sostenimiento tanto en ralentí, como en velocidad crucero de ambas formas, manual y automática.

Figura 70. Equipo probador de baterías



Fuente. Catálogo de equipos Coexito

Especificaciones técnicas

Rango de amperaje	Peso	Requisito eléctrico
200 – 3.000 A	49 lbs	110V/60Hz/1Ph

- **Alineador de luces (figura 71):** equipo alineador de luces frontales diseñado para controlar y determinar la orientación y la intensidad luminosa emitida por los proyectores de los vehículos.

Figura 71. Alineador de luces



Fuente. Catálogo de equipos Coexito

Especificaciones técnicas

Altura	Alimentación	Precisión desviación horizontal	Precisión desviación vertical	Medición intensidad luminosa
250 – 1.400 mm	9 V c.c.	(+/-) 5 – 10 cm	(+/-) 2 – 10 cm	150.000 luxes

- **Limpiador de inyectores (figura 72):** banco de inyectores portátil, integrado con una microcomputadora que aplica tecnología de control y permite testear el performance de los inyectores, simulando varios ciclos de trabajo y condiciones como si estuviera en el motor.

Figura 72. Equipo probador y limpiador de inyectores



Fuente. Catálogo de equipos Coexito

- **Extractor de aceites usados (figura 73):** recuperador de fluidos usados de vehículos. Cuenta con un estanque de 100 litros. Su descarga es mediante presurización con aire comprimido a 0,5 bar utilizando inflador de neumáticos y válvula limitadora. Cuenta con una bandeja porta herramientas moldeada sobre el estanque.

Figura 73. Extractor de aceites



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Capacidad deposito	Capacidad embudo	Manguera	Presión válvula	Dimensiones (alto x ancho x largo)
100 L	20 L	1,5 m	0,5 bar	2.000 x 630 x 500 mm

- **Pistola neumática (figura 74):** cuenta con un mecanismo de doble martillo, cuerpo ABS y regulador de potencia incorporado.

Figura 74. Pistola neumática



Fuente. Catálogo de equipos Toolmate

Especificaciones técnicas

Cuadrante	Velocidad libre	Torque máximo	Peso
1"	3.200 rpm	3.185 Nm	9,48 kg

7.7. INSTALACIONES NECESARIAS EN UN TALLER

Durante la realización del presente trabajo, así como también durante las diferentes visitas a talleres mecánicos (ya fueran talleres de concesionarios o talleres rudimentarios de patio), se logró observar que todos estos tenían algo en común más allá de los servicios que prestaban; esto eran las instalaciones que los hacían funcionar correctamente y las cuales suplían las necesidades de los vehículos, herramientas, equipos y/o mecánicos.

Se evidenció que para que estos talleres contaran con un alto rendimiento y a su vez con una más amplia gama de servicios a ofrecer, necesitaban de las siguientes instalaciones o tomas en el taller:

- Instalaciones eléctricas a 110V y 220V y cuarto eléctrico, siendo estas las más importantes ya que de estas depende la operación del taller. Teniendo la especificaciones de los equipos con los que se trabajaran en el taller se llegó a la necesidad de contar con redes eléctricas con voltajes un poco más elevados a los convencionales, esto debido a que como se indicó anteriormente parte de los equipos necesarios para el taller como lo son la desmontadora automática, el elevador de dos columnas o el compresor de aire, requieren de niveles de potencia eléctrica mayores para funcionar lo cual conlleva a que las redes de 110V y 1 fase no sean aptas para el correcto funcionamiento de dichos equipos.
- Instalaciones de aire comprimido y cuarto de compresores; así como con las tomas eléctricas las tomas neumáticas de aire comprimido cobran gran importancia cuando se opera un taller mecánico, esto debido a que gracias estas la realización de algunas labores se hace más amena o más rápida para los operarios ya que muchas de las herramientas manuales que se distribuyen en la actualidad usan como fluido de trabajo aire comprimido el cual permite que la herramienta funcione y esta a su vez le permite al operario aplicar fuerzas, pares o velocidades de mayor magnitud que por sí solo no podría.

- Instalaciones hidráulicas; sus funciones principales serán las de abastecer todo el establecimiento (entre área administrativa, área operativa y áreas comunes) del vital líquido que es el agua. También será de utilidad para mantener aseado el taller permitiendo que los operarios mantengan limpio su puesto de trabajo de todo tipo de suciedad o fluidos que pudiese desprender el vehículo durante las tareas de mantenimiento.
- Instalaciones contra incendios; debido a que en el taller se trabajara con vehículos existe una gran posibilidad de que ocurran derrames de combustibles como lo son ACPM o gasolina, así como también líquidos lubricantes; es por esto por lo que surge la necesidad de dotar cada puesto de trabajo con rociadores o tomas contra incendios para así (en caso de algún incidente con fuego) poder mitigar la conflagración rápidamente.
- Instalaciones luminarias; todas las áreas del taller deberán de disponer de un sistema de iluminación, haciendo énfasis en los puestos de trabajo los cuales deberán de estar dotados con lámparas manuales o portátiles para que sean manipuladas por el operario cuando este ya sea observando debajo de los vehículos o en espacios confinados del vehículo donde no entre la suficiente luminosidad para permitir al operario realizar su labor cómodamente.
- Instalaciones de ventilación y renovación de aire; debido a que el taller será un lugar cerrado y que en este se encenderán los vehículos cuando se estén probando o simplemente posicionándose en los puestos de trabajo, será necesario disponer de una instalación de ventilación la cual permita evacuar los gases de escape producidos por los motores de los vehículos o los olores de los diferentes fluidos con los que trabajan los vehículos.

7.8. REPUESTOS E INSUMOS NECESARIOS

Para la correcta operación del centro de servicio técnico se tendrá que contar con una amplia variedad de repuestos básicos e insumos los cuales permitirán realizar efectivamente las labores de mantenimiento preventivo sobre los vehículos; estos repuestos e insumos deberán ser de alta rotación o de fácil venta y/o recambio, esto debido a que contar con un stock repleto de repuestos que no sean de recambio constante significaría tener dinero retenido por mucho tiempo lo que conllevaría a altos costos de operación, bajas utilidades y/o pérdidas de dinero.

Después de haber realizado constantes visitas a talleres de automóviles y servitecas, así como también de haber sido asesorado por mecánicos y administradores de talleres, se llegó a la conclusión de que los repuestos e insumos cuya facilidad de venta sería más favorable son los siguientes:

- **Aceites lubricantes:** debido a que dentro de los diferentes dispositivos mecánicos que componen los vehículos existen un sin número de elementos y mecanismos que poseen movimientos relativos entre si (ya sea traslación, rodadura pura o movimiento complejo) causando fricción y aumentos de temperatura en las piezas de los mismos, es necesario mantenerlos bien lubricados y aislados con una fina película de aceite lubricante; las propiedades de estos aceites lubricantes variaran dependiendo del dispositivo que se desee lubricar así como también de las condiciones de uso de este. Es por esto por lo que se debe de disponer de aceites de diferentes grados de viscosidad para garantizar la durabilidad y el correcto funcionamiento de estos dispositivos; 20W50 para motores a gasolina, 15W40 para motores Diesel, 15W40 para cajas de dirección hidráulica, 85W140 para mecanismos diferenciales, 80W90 para cajas de cambios.
- **Grasas lubricantes:** en los vehículos no todas las partes móviles pueden ser lubricadas con aceites, existen elementos que requieren de sustancias

con una viscosidad mucho más elevada, esto debido a que se busca que el lubricante tenga una mayor adherencia a las superficies de lubricación, así como también absorción de vibraciones y protección contra la corrosión y el óxido; es por esto que se debe disponer de grasas lubricantes multipropósitos para garantizar que la lubricación entre elementos sea duradera sin importar las condiciones a las que se vea expuesto tanto el lubricante como el elemento a lubricar. Algunos de los elementos de los vehículos que pueden ser objeto de lubricación con grasas son: los rodamientos de las ruedas, el mecanismo cardán y yugo, los rodamientos del árbol de transmisión, el mecanismo de dirección completo (rotulas, terminales de dirección, splinters), los bujes de la suspensión de ballestas, etc.

- **Aditivos:** debido a que después de una reparación o de un mantenimiento preventivo un motor puede necesitar eliminar algunos residuos restantes de dicha intervención o aumentar la protección en las piezas nuevas mientras ocurre el popular “despegue”, es recomendable contar con aditivos (ya sea para el aceite lubricante, para el líquido refrigerante o para el combustible) los cuales proporcionen una mejora en las propiedades que estos insumos ofrecen. Algunas de las ventajas de los aditivos son las siguientes: reducir la emisión de gases contaminantes, evitar la congelación del motor cuando se expone el vehículo a muy bajas temperaturas, limpia la bomba de inyección y los inyectores de impurezas que el combustible pudiese tener.

- **Elementos filtrantes:** puesto que con cada cambio de aceite y/o mantenimiento preventivo de un vehículo se recomienda también cambiar los filtros del motor o del sistema de aire (sí aplica), se ve necesario tener a la mano dichos elementos; estos filtros pueden variar dependiendo de la función que cumplan en el vehículo, entre los diferentes filtros podemos encontrar: filtro secador de aire acondicionado, filtro secador de aire comprimido, filtro de la caja de dirección hidráulica, filtro de aceite del

motor, filtro de aire del motor, filtro de combustible del motor, filtro separador de agua o de la trampa de combustible del motor, etc.

- **Llantas:** debido a que las llantas son uno de los elementos más importantes de los vehículos, se les deberá realizar un seguimiento detallado a estas para así poder prevenir daños o averías en otros elementos del vehículo como la suspensión o la dirección; es por esto que por cada rutina de mantenimiento preventivo que se realice sobre los vehículos se verificara el estado de las llantas así como su presión de inflado y patrón de desgaste; determinando a partir de esto si es necesario realizar alineación, balanceo, rotación o el cambio definitivo. Puesto que las llantas son uno de los repuestos de más alta rotación se deberá de contar en el taller con un stock variado de llantas de diferentes referencias para así poder atender a una amplia gama de vehículos que requieran de su recambio.
- **Baterías:** las baterías son el corazón del sistema eléctrico de los vehículos, ya que son las que se encargan de proporcionar la energía al motor de arranque y a las bujías para que estos enciendan el motor; una batería dañada o muy gastada puede ocasionar daños en otros elementos del sistema eléctrico del vehículo como por ejemplo el alternador, el elevador u otras baterías (sí el vehículo cuenta con más de una), esto debido a que la carga que proporciona es muy baja o no es estable. Debido a esto la necesidad de realizar un correcto mantenimiento preventivo a las baterías (revisando sus bornes, conexiones y niveles de ácidos y agua) cobra una gran importancia, realizando el recambio de esta (a tiempo) cuando empiece a denotar falencias en su funcionamiento.

Así como algunos de los sistemas que componen los vehículos requieren de mantenimiento constante y de cambio de piezas e insumos en periodos de tiempo relativamente cortos, existen otros sistemas cuyo mantenimiento se requiere en periodos mucho más largos, como por ejemplo el radiador cuyo mantenimiento y cambio de refrigerante se recomienda cada 60.000 Km. Debido a esto el centro de

servicio técnico también deberá de contar con los siguientes repuestos e insumos de alta rotación pero de bajo recambio:

- **Líquido para frenos:** de acuerdo con el plan de mantenimiento preventivo propuesto se realizará el recambio cada 30.000 Km o cuando lo recomiende el fabricante del vehículo (según determine el propietario).
- **Pastillas y bandas de frenos:** de que se realice su recambio a tiempo dependerá la vida útil de las campanas y/o discos de frenado; de acuerdo con el plan de mantenimiento preventivo propuesto se realizara el recambio cada 30.000 Km.
- **Líquido refrigerante:** este deberá de ser revisado durante cada rutina de mantenimiento preventivo que se le realice al vehículo, verificando que el nivel sea el apropiado y que su desgaste (indicado por el cambio de color con respecto a cuando se suministra) no sea muy elevado. El recambio de este insumo deberá de realizarse con cada mantenimiento y sondeo del radiador y/o del intercooler.
- **Empaquetaduras, sellos, retenedores y tapas:** deberán de ser revisadas durante cada rutina de mantenimiento que se les realice a los vehículos, puesto que estos elementos son los encargados de contener diferentes fluidos como lo son aire comprimido, aceite, agua, líquido de frenos, refrigerante, gas, grasa, etc.; deberán de ser cambiados tan pronto como se note que proporcionen poco ajuste, sellado o hermeticidad.
- **Correas:** las correas son unos de los elementos de un vehículo cuyas condiciones de trabajo son más abruptas, esto debido a que están sometidas a grandes esfuerzos de tracción debido a la tensión con la que son instaladas, también se ven expuestas a polvo y a las altas temperaturas del motor puesto que casi nunca cuentan con una cubierta que las proteja de dichos factores que aceleran su desgaste, debido a lo anterior y de que además el funcionamiento de varios dispositivos instalados en el motor dependen de ellas, es necesario realizar revisiones y recambios constantes previniendo que estas se lleguen a romper provocando daños en algunos

de los dispositivos consiguientes a estas como lo son el ventilador y el radiador.

- **Rodamientos:** del correcto recambio de un rodamiento dependerá la vida útil del dispositivo o elemento en el que este instalado, ya sea en un alternador, en una polea tensora o en el cardan. Los rodamientos deberán de ser revisados y engrasados constantemente previniendo así que estos tiendan a provocar vibraciones, desalineaciones o fricción entre piezas. El centro de servicio técnico deberá de contar con unas cuantas unidades de diferentes referencias (las más usadas) para poder realizar los recambios que sean necesarios durante la realización de las rutinas de mantenimiento preventivo.
- **Repuestos eléctricos básicos como cables, interruptores, fusibles, bombillería, escobillas:** debido a que los repuestos de tipo eléctrico son los más delicados en cuanto a manejo, instalación y uso, se deberá contar con una amplia variedad de estos en inventario.
- **Tornillería:** una buena rutina de mantenimiento preventivo sobre un vehículo no estaría completa si no se realiza un completo ajuste a los diferentes elementos que componen la carrocería y el chasis de este, durante esta labor se pueden encontrar elementos de ajuste faltantes como lo son tornillos, tuercas y espárragos; debido a esto se ve necesario que existan en el inventario este tipo de refacciones.

7.9. NIVELES DE INVENTARIOS

Habiendo definido los productos, repuestos e insumos con los que el centro de servicio técnico deberá de contar para hacer frente a las necesidades de los vehículos a los que se les preste el servicio de mantenimiento preventivo, se procedió a determinar cuáles serían los niveles de inventarios óptimos con los que se debería de contar para así prevenir una variedad de riesgos en los que se podría incurrir si no se tuviese en cuenta esta variable. Dichos posibles riesgos pueden ser:

- Gastos financieros elevados (amortización), al comprar y mantener en stock cantidades innecesarias de repuestos e insumos de alta o baja rotación.
- Ventas perdidas o servicios no prestados, al no contar con el producto necesario para la prestación de este.
- Costos de funcionamiento elevados, ya que se necesitaría de más espacio para almacenar y mantener dichos inventarios.
- Necesidad de contar con personal para manejar y administrar dichos inventarios.
- Baja capacidad de respuesta de los proveedores cuando no se cuente con un determinado producto.

Por lo anteriormente expuesto se plantearon 2 formas para determinar el nivel de inventario que le proporcione más seguridad y favorabilidad al centro de servicio técnico, estos métodos fueron proporcionados por las personas encargadas de administrar el área operativa de algunos de los talleres y servitecas a los que se les realizaron visitas guiadas. Estos dos métodos fueron los siguientes:

Método 1: durante las visitas a las instalaciones en donde se realiza el mantenimiento de los vehículos pertenecientes a la Cooperativa San Fernando así como también a las instalaciones de Integra S.A; se observó que los niveles de inventario eran bastante elevados debido a la metodología empleada para determinar estos niveles de stock, allí se determinaba semanalmente cuanto tenían que reabastecer sus bodegas con insumos y repuestos dependiendo del consumo de sus flotas en dicho periodo de tiempo, teniendo siempre una base de valor en inventarios correspondiente al valor comercial del 3% de la flota a la que se le pretende realizar actividades de mantenimiento (esta información fue proporcionada por el señor Zeir Fernando Morales, quien es jefe de mantenimiento en la Cooperativa San Fernando y gerente de mantenimiento en Integra S.A.).

Con la información proporcionada se procedió a realizar un cálculo aproximado del valor del inventario que se necesitaría para que el centro de servicio técnico operara con normalidad; teniendo como información preliminar el valor aproximado

de cada tipo de vehículo que componen la flota de la Cooperativa Royal Express, así como también la cantidad exacta de cada tipo de vehículo:

- La flota de la Cooperativa Royal Express está compuesta por 97 vehículos, de los cuales 65 son microbuses, 15 son busetas, 15 son buses y 2 son camionetas.
- El 64,6% de los vehículos tipo microbús (42) tienen un 50% de la totalidad de su vida útil legal alcanzada (20 años).
- El 73,3% de los vehículos tipo buseta (11) tienen un 50% de la totalidad de su vida útil legal alcanzada (20 años).
- El 66,6% de los vehículos tipo bus (10) tienen un 50% de la totalidad de su vida útil legal alcanzada (20 años).
- El 100% de los vehículos tipo camioneta tienen un 10% de la totalidad de su vida útil legal alcanzada (20 años).
- Se asumió como valor de salvamento el 10% del valor comercial actual del vehículo.
- Se asumió una depreciación lineal del 4,5% del valor comercial actual del vehículo a lo largo de su vida útil.
- El valor promedio de un vehículo tipo microbús en el mercado actualmente es de \$70'000.000 pesos aproximadamente (tomando como referencia un vehículo de marca Kia de la línea Grand Pregio).
- El valor promedio de un vehículo tipo buseta en el mercado actualmente es de \$ 200'000.000 pesos aproximadamente (tomando como referencia un vehículo de marca Chevrolet de la línea NPR).
- El valor promedio de un vehículo tipo bus en el mercado actualmente es de \$280'000.000 pesos aproximadamente (tomando como referencia un vehículo de marca Chevrolet de la línea FRR).
- El valor promedio de un vehículo tipo camioneta en el mercado actualmente es de \$55'000.000 pesos (tomando como referencia un vehículo de marca Renault de la línea Duster).

Con los datos anteriores y aplicando la fórmula (5), se logró determinar el valor total de la flota de la Cooperativa Royal Express:

$$VAV = \left(VVN - \left(\frac{VVN * (1 - \%DEP)}{VU} \right) * (AU) \right) * Q \quad (5)$$

(fórmula 5)

Donde:

VAV: Valor actual del vehículo;

VVN: Valor del vehículo nuevo;

VU: Vida útil del vehículo;

%DEP: Porcentaje de depreciación anual;

AU: Años de uso del vehículo;

Q: Cantidad de vehículos;

Para los vehículos de tipo microbús más antiguos (42):

$$VAV_1 = \left(70'000.000 - \left(\frac{70'000.000 * (1 - 0,1)}{20 \text{ años}} \right) * (10 \text{ años}) \right) * 42 \text{ vehiculos}$$

$$VAV_1 = \$ 1.617'000.000 \text{ pesos}$$

Para los vehículos de tipo microbús más nuevos (23):

$$VAV_2 = \left(70'000.000 - \left(\frac{70'000.000 * (1 - 0,1)}{20 \text{ años}} \right) * (0 \text{ años}) \right) * 23 \text{ vehiculos}$$

$$VAV_2 = \$ 1.610'000.000 \text{ pesos}$$

Para los vehículos de tipo buseta más antiguos (11):

$$VAV_3 = \left(200'000.000 - \left(\frac{200'000.000 * (1 - 0,1)}{20 \text{ años}} \right) * (10 \text{ años}) \right) * 11 \text{ vehiculos}$$

$$VAV_3 = \$ 1.210'000.000 \text{ pesos}$$

Para los vehículos de tipo buseta más nuevos (4):

$$VAV_4 = \left(200'000.000 - \left(\frac{200'000.000 * (1 - 0,1)}{20 \text{ años}} \right) * (0 \text{ años}) \right) * 4 \text{ vehiculos}$$

$$VAV_4 = \$ 800'000.000 \text{ pesos}$$

Para los vehículos de tipo bus más antiguos (10):

$$VAV_5 = \left(280'000.000 - \left(\frac{280'000.000 * (1 - 0,1)}{20 \text{ años}} \right) * (10 \text{ años}) \right) * 10 \text{ vehiculos}$$

$$VAV_5 = \$ 1'540'000.000 \text{ pesos}$$

Para los vehículos de tipo bus más nuevos (5):

$$VAV_6 = \left(280'000.000 - \left(\frac{280'000.000 * (1 - 0,1)}{20 \text{ años}} \right) * (0 \text{ años}) \right) * 5 \text{ vehiculos}$$

$$VAV_6 = \$ 1'400'000.000 \text{ pesos}$$

Para los vehículos de tipo camioneta más nuevos (2):

$$VAV_7 = \left(55'000.000 - \left(\frac{55'000.000 * (1 - 0,1)}{20 \text{ años}} \right) * (0 \text{ años}) \right) * 2 \text{ vehiculos}$$

$$VAV_7 = \$ 110'000.000 \text{ pesos}$$

Teniendo los valores anteriores, se procedió a sumarlos para determinar así el valor total de la flota vinculada a la Cooperativa Royal Express:

$$V_{total \text{ flota}} = VAV_1 + VAV_2 + VAV_3 + VAV_4 + VAV_5 + VAV_6 + VAV_7$$

$$V_{total \text{ flota}} = \$ 8.287'000.000 \text{ pesos}$$

Finalmente, con el valor total de la flota se determinó el posible valor de los inventarios necesarios para la operación del centro de servicio técnico:

$$V_{inventarios} = V_{total\ flota} * 3\%$$

$$V_{inventarios} = \$ 248\ 610.000 \text{ pesos}$$

Método 2: el segundo método utilizado para determinar el valor de los inventarios necesarios para la operación del centro de servicio técnico fue más simple que el anterior, ya que solo consistió en determinar el valor total de cada insumo o repuesto de alta rotación que fuese necesario para realizar las actividades de mantenimiento a los vehículos durante 1 mes (esta metodología empírica fue proporcionada por el señor Edier Julián Gonzales, jefe de taller y supervisor del taller de postventa del concesionario Ford).

Para dicho cálculo se asumieron los siguientes valores e información:

- Los vehículos de tipo camioneta, microbús, bus y buseta poseen 4,4,6 y 6 llantas respectivamente.
- El valor promedio de una llanta para camioneta, microbús, bus y buseta es de \$128.000, \$128.000, \$404.000 y \$332.000 pesos respectivamente (consultado con proveedores).
- Los vehículos de tipo camioneta, microbús, bus y buseta poseen 1,1,2 y 2 baterías respectivamente.
- El valor promedio de una batería vehicular es de \$240.000 (consultado con proveedores).
- El valor promedio de un cambio de aceite y filtros para una camioneta, microbús, bus y buseta es de \$120.000, \$120.000, \$248.000 y \$200.000 pesos respectivamente (consultado con proveedores).

- En vehículos cuya operación es similar a los de la flota de la Cooperativa Royal Express, la duración de una llanta es de aproximadamente 9 meses, lo que indica un factor de consumo mensual del 11,11%.
- En vehículos cuya operación es similar a los de la flota de la Cooperativa Royal Express, la duración de una batería es de aproximadamente 18 meses, lo que indica un factor de consumo mensual del 5,55% mensual.
- En vehículos cuya operación es similar a los de la flota de la Cooperativa Royal Express, un cambio de aceite se realiza cada mes aproximadamente, lo que indica un factor de consumo de 1.
- Para este método se asumen 60 microbuses, 20 buses y 20 busetas.

Haciendo uso de esta información y de la fórmula (6) se determinó el valor de los insumos de alta rotación necesarios para realizarle mantenimiento preventivo a la flota completa durante un mes.

$$V_{insumo} = F_{consumo} * V_{unit} * Q_{insumo} * Q_{vehiculos} \quad (6)$$

(fórmula 6)

Donde:

V_{insumo} : Valor total del insumo o repuesto en un mes;

$F_{consumo}$: Factor de consumo mensual del insumo o repuesto;

V_{unit} : Valor unitario del insumo o repuesto;

Q_{insumo} : Cantidad del insumo o repuesto por vehículo;

$Q_{vehiculos}$: Cantidad de vehículos.

Para los vehículos de tipo microbús y camioneta se tiene:

$$V_{llantas\ microbus\ y\ camionetas} = 0,1111 * 128.000 * 4 * 60$$

$$V_{llantas\ microbus\ y\ camionetas} = \$ 3\ 412.992 \text{ pesos/mes}$$

$$V_{baterias\ microbus\ y\ camionetas} = 0,0555 * 240.000 * 1 * 60$$

$$V_{baterias\ microbus\ y\ camionetas} = \$ 799.200 \text{ pesos/mes}$$

$$V_{aceite\ y\ filtros\ microbus\ y\ camionetas} = 1 * 120.000 * 1 * 60$$

$$V_{aceite\ y\ filtros\ microbus\ y\ camionetas} = \$ 7\ 200.000 \text{ pesos/mes}$$

Para los vehículos de tipo buseta se tiene:

$$V_{llantas\ busetas} = 0,1111 * 332.000 * 6 * 20$$

$$V_{llantas\ busetas} = \$ 4\ 426.224 \text{ pesos/mes}$$

$$V_{baterias\ busetas} = 0,0555 * 240.000 * 2 * 20$$

$$V_{baterias\ busetas} = \$ 532.800 \text{ pesos/mes}$$

$$V_{aceite\ y\ filtros\ busetas} = 1 * 200.000 * 1 * 20$$

$$V_{aceite\ y\ filtros\ busetas} = \$ 4\ 000.000 \text{ pesos/mes}$$

Para los vehículos de tipo bus se tiene:

$$V_{llantas\ buses} = 0,1111 * 404.000 * 6 * 20$$

$$V_{llantas\ buses} = \$ 5\ 386.128 \text{ pesos/mes}$$

$$V_{baterias\ buses} = 0,0555 * 240.000 * 2 * 20$$

$$V_{baterias\ buses} = \$ 532.800 \text{ pesos/mes}$$

$$V_{aceite\ y\ filtros\ buses} = 1 * 248.000 * 1 * 20$$

$$V_{aceite\ y\ filtros\ buses} = \$ 4\ 960.000 \text{ pesos/mes}$$

Después de haber calculado el valor de cada insumo por vehículo al mes, se procedió a totalizar los valores y a multiplicar por un mes para determinar así el valor total del inventario necesario para la operación del centro de servicio técnico:

$$\begin{aligned}
V_{total\ flota} = & V_{llantas\ microbus\ y\ camionetas} + V_{llantas\ busetas} + V_{llantas\ buses} \\
& + V_{baterias\ microbus\ y\ camionetas} + V_{baterias\ busetas} + V_{baterias\ buses} \\
& + V_{aceite\ y\ filtros\ microbus\ y\ camionetas} + V_{aceite\ y\ filtros\ busetas} \\
& + V_{aceite\ y\ filtros\ buses}
\end{aligned}$$

$$V_{total\ flota} = \$ 31'250.144 \text{ pesos/mes}$$

$$V_{inventarios} = V_{total\ flota} * 1 \text{ meses}$$

$$V_{inventarios} = \$ 31'250.144 \text{ pesos}$$

Después de haber realizado la estimación del valor de los inventarios necesarios para la operación del centro de servicio técnico mediante los dos métodos empíricos aportados por las personas encargadas del área de mantenimiento de dos de los establecimientos visitados, se procedió a seleccionar el valor más apropiado para el proyecto.

Debido a que el proyecto es una idea de negocio nueva, y que además no se cuenta con unos niveles de clientes fijos (solo son posibles proyecciones), es arriesgado seleccionar valores elevados en cuanto a presupuestos y gastos de puesta en marcha, es por esto que se optó por seleccionar el valor de inventarios obtenido con el segundo método, ya que es un valor mucho menor que el obtenido por el primer método y además es más acorde con respecto a la cantidad de vehículos que componen la flota de la Cooperativa Royal Express.

La reposición de dichos inventarios deberá realizarse en periodos no mayores a 1 mes, esto con el fin de evitar caer en estados de desabastecimiento; también cabe resaltar que el manejo y control de los inventarios de insumos y repuestos del centro de servicio técnico se realizará aplicando el método FIFO (*Firts Input - Firts Output*) por sus siglas en inglés o primero en entrar-primero en salir en español. Con este método se buscará que exista una alta rotación entre los repuestos e insumos que entran y salen del almacén, permitiendo así que un producto no pase mucho tiempo almacenado y teniendo una constante renovación del inventario.

En una economía como la de Colombia en la cual los precios de los servicios y sobre todo de los productos varían constantemente (en aumento mayormente), el método de control de inventarios FIFO puede llegar a ser muy útil y beneficioso, esto debido a que los productos a los que se les dará salida primero serán los que fueron adquiridos a un menor precio y hace más tiempo, permitiendo así conservar los que tuvieron un precio de adquisición más elevado.

En conclusión, el centro de servicio técnico estaría vendiendo a un mayor valor los productos e insumos que adquirió primero a menor precio.

7.10. MANEJO DE RESIDUOS CONTAMINANTES

Los establecimientos que prestan servicios relacionados con los vehículos, ya sean parqueaderos, lavaderos, servitecas, montallantas, laboratorios de pruebas, reencauchadoras, talleres o centros de mantenimiento, generan una gran variedad de residuos y desechos contaminantes; que sí no son recogidos, almacenados, transportados y tratados correctamente pueden generar impactos bastantes negativos sobre el medio ambiente y lugares continuos al establecimiento generador, provocando así problemas con implicaciones legales lo que podría llevar al cierre temporal o definitivo del establecimiento.

Algunos de los residuos y desechos que son generados por estos establecimientos pueden ser:

- Lubricantes usados.
- Filtros y trapos impregnados de combustibles y lubricantes.
- Aguas contaminadas con lubricantes, combustibles, jabones, químicos y aditivos.
- Material particulado producto de cortes, soldaduras o rupturas de piezas.

- Baterías usadas y llantas desgastadas.
- Chatarra y repuestos usados.
- Elementos eléctricos y electrónicos tales como bombillas y fusibles.
- Entre otros.

Es por esto que surge la necesidad de contar con planes y programas para realizar un correcto acopio y manejo de dichos residuos y desechos; el centro de servicio técnico deberá contar con un plan RESPEL (residuos peligrosos) para dar manejo a todo residuo y desecho peligroso o contaminante generado por su operación. Para dar cumplimiento y seguimiento de dicho plan el establecimiento contara con diferentes instalaciones que permitan el correcto acopio y almacenaje de dichos residuos, tales como: pozos de aguas negras, trampas de grasas, cuartos para almacenaje de residuos sólidos no impregnados o contaminados, puntos de acopio con recipientes para la recolección y extracción de residuos, entre otros.

7.11. PERSONAL

Como se determinó anteriormente, el número de operarios necesarios para la operación del centro de servicio técnico es de 3 operarios mecánicos, sin embargo, el centro de servicio técnico deberá contar con otros cargos los cuales realizaran otras funciones afines que permitan la correcta operación del centro de servicio técnico, así como también aportaran a las labores ejecutadas por los operarios mecánicos; estos otros cargos serán:

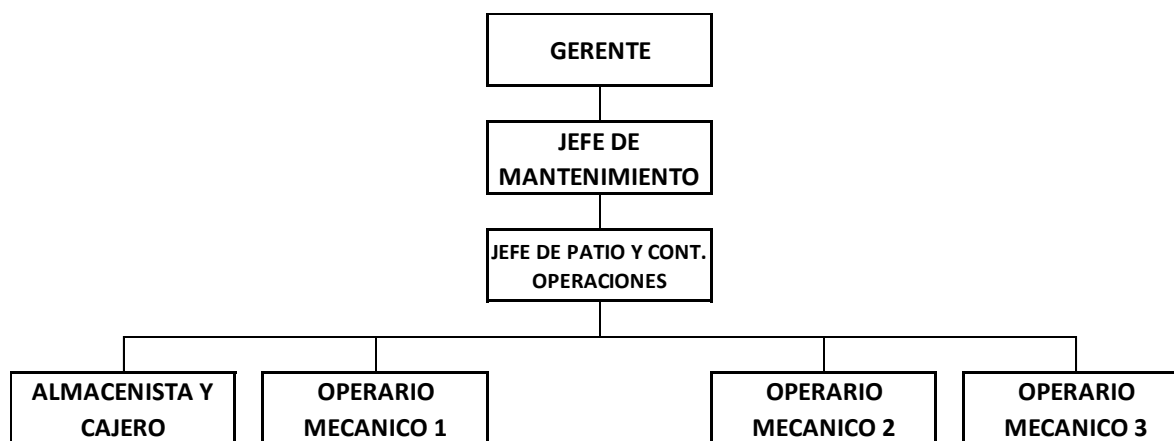
- Jefe de patio y controlador de operaciones.
- Almacenista y cajero.

Estos dos cargos ejercerán labores administrativas en el centro de servicio técnico, así como también prestarán apoyo a las diferentes labores operativas en que sean necesarios. A continuación, se describen las funciones y perfiles profesionales de los 3 cargos:

- **Jefe de patio y controlador de operaciones;** será el encargado de supervisar las actividades y labores ejecutadas por los operarios mecánicos realizando actividades de control de calidad, así como también tendrá a su cargo llevar un control de la programación de los vehículos que vayan a ingresar al centro de servicio técnico, programando las fechas y horarios en que los vehículos ingresen a mantenimiento, registrando detalladamente la información de las actividades ejecutadas sobre cada vehículo así como también los operarios que intervinieron el vehículo y los tiempos de ejecución de las actividades. El jefe de patio será el puente directo de comunicación entre el centro de servicio técnico y el jefe de mantenimiento de la Cooperativa Royal Express, así como también con el Gerente y representante legal de esta. Se recomienda que el jefe de patio y controlador de operaciones sea tecnólogo o ingeniero mecánico con conocimientos de mecánica automotriz, logística y contabilidad.
- **Almacenista y cajero;** será el encargado de facturar los servicios, repuestos e insumos vendidos por el centro de servicio técnico, estará a cargo de administrar el almacén de repuestos e insumos registrando cada entrada y salida de productos. También tendrá entre sus funciones realizar los pedidos de repuestos e insumos a proveedores, así como también presentará informes contables de la operación del centro de servicio técnico. Se recomienda que el almacenista tenga conocimientos básicos de contabilidad.
- **Operario mecánico;** será el operario más importante para la operación del centro de servicio técnico, esto debido a que será el que este en contacto directo con los vehículos. Entre sus funciones estarán las de prestar servicios de mantenimiento preventivo a los vehículos, así como también realizará revisiones mecánicas preventivas y también estará a cargo de identificar que repuestos e insumos deberán empezar o dejar de incluirse en los inventarios del almacén dependiendo de la demanda de estos. Se recomienda que los operarios mecánicos tengan conocimientos que abarquen la mecánica y electricidad de automóviles.

En la figura 75 se presenta la posible estructura organizacional del centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express; es de aclarar que no se incluyeron entre el personal necesario otros cargos como los son: auxiliar de servicios generales, recepcionista, auxiliar contable, auxiliar de gestión humana, contador, abogado, revisor fiscal, director administrativo y gerente general; debido a que el plan de negocio del centro de servicio técnico será una rama de las diferentes unidades de negocio con las que ya cuenta la Cooperativa Royal Express (transporte de pasajeros y turismo); por lo que no se ve necesaria la contratación de más personal únicamente para administrar el centro de servicio técnico, siendo que con los mismos se pueden realizar las labores administrativas del mismo.

Figura 75. Estructural organizacional del centro de servicio técnico



Fuente. El autor

7.12. POSIBLE UBICACIÓN DEL PROYECTO

Para la posible ejecución de este proyecto de un centro de servicio técnico vehicular se buscó una ubicación que fuese privilegiada tanto en vías de acceso, cercanía a diferentes puntos de distribución de repuestos, fácil visibilidad, precio de venta o alquiler asequible, etc.; así como también que fuese un lugar cuya frecuencia de turistas y visitantes fuese concurrida, esto debido a que uno de los objetivos de la empresa es unificar todas sus líneas de negocio en un mismo sitio (transporte especial, turismo, y posiblemente mantenimiento preventivo vehicular) para así, mientras se vende uno de estos servicios poder ofrecer los otros dos.

Por lo anterior se tomó la decisión de seleccionar como posible ubicación del proyecto el parqueadero y lavadero Libare en la ciudad de Pereira (figura 78), ubicado a 500 m de distancia (aproximadamente) de la procesadora de pollos Pimpollo, esto debido a varias razones las cuales se exponen a continuación:

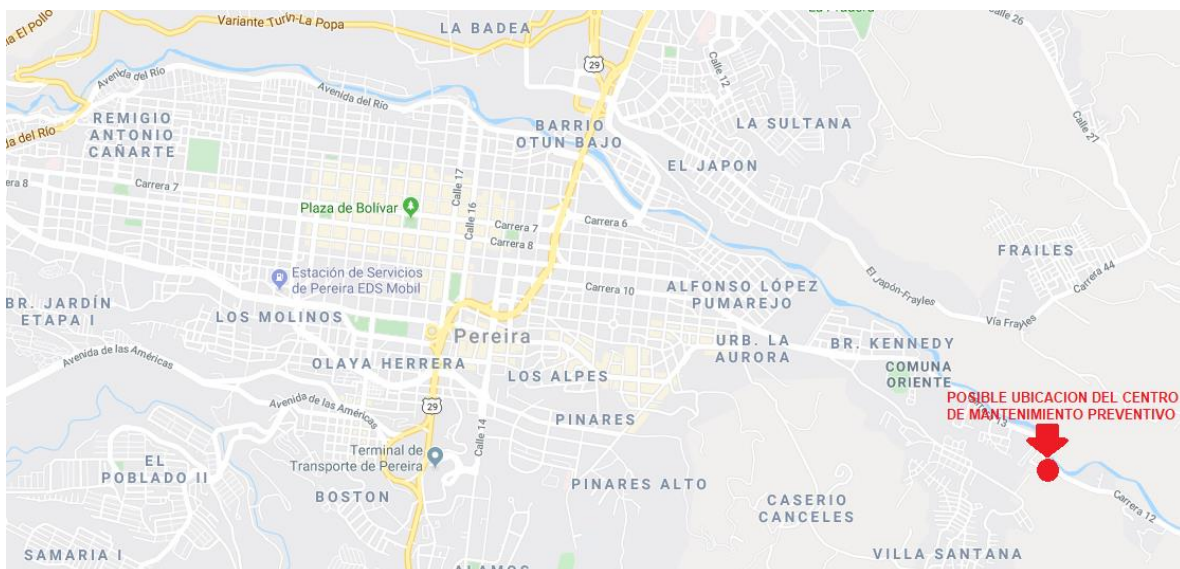
- Presenta cercanía al centro de la ciudad de Pereira y al municipio de Dosquebradas, a 4 km y 3,8 km de distancia aproximada respectivamente.
- Está ubicado cerca tanto del parqueadero de la Cooperativa San Fernando (empresa de transporte urbano) como de la planta de procesado de pollos Pimpollo (empresa de producción y distribución de cárnicos), empresas que cuentan con sus respectivas flotas vehiculares, lo que podría significar una oportunidad para prestar los servicios de mantenimiento preventivo vehicular a nuevos clientes.
- Está ubicado sobre la vía principal, lo que causa que el establecimiento sea más visible.
- Está ubicado en un sitio muy transcurrido por turistas, debido a que se encuentra sobre la vía que conduce al corregimiento de La Florida (a 8,5 km aproximadamente) el cual es un sitio turístico del departamento de Risaralda.
- El establecimiento cuenta con un área total aproximada de 1000 m², lo cual satisface los cálculos realizados en la sección 8.3 en la cual se

determinó que el área necesaria para el centro de servicio técnico debería de ser de mínimo 400 m².

- La superficie del establecimiento está cubierta con grava y presenta una inclinación casi nula, lo cual elimina la necesidad de realizar costosas obras civiles como cimentaciones o pavimentaciones para adecuar el sitio.
- El establecimiento cuenta con dos cárcamos construidos, una rampa de lavado, dos cuartos de compresores, dos oficinas de 60 m² cada una y un área de 350 m² techada por una cercha de acero.
- El establecimiento cuenta con servicios de agua y electricidad (110V y 220V).
- El establecimiento cuenta con los permisos necesarios para operar un taller automotriz y/o lavadero, esto debido a que años atrás fue un centro de lubricación propiedad de la Cooperativa San Fernando.
- El establecimiento cuenta con portones, cercas de malla, trampa de grasas y grandes luminarias.

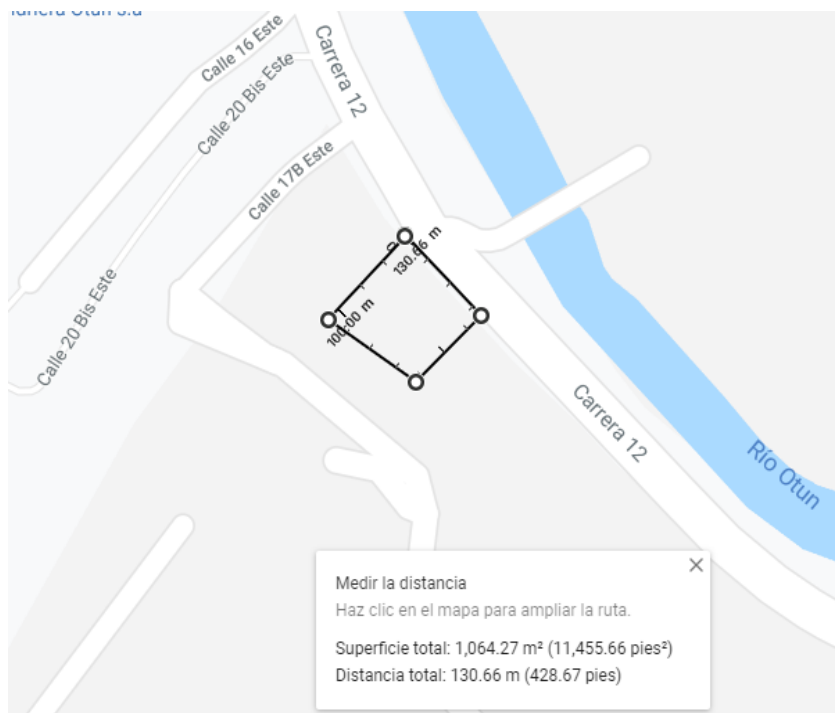
Además de lo anteriormente expuesto, se optó por seleccionar este sitio debido a que es estrato 2 y a su bajo precio de alquiler (\$1'600.000 pesos).

Figura 76. Posible ubicación del proyecto respecto a la ciudad de Pereira



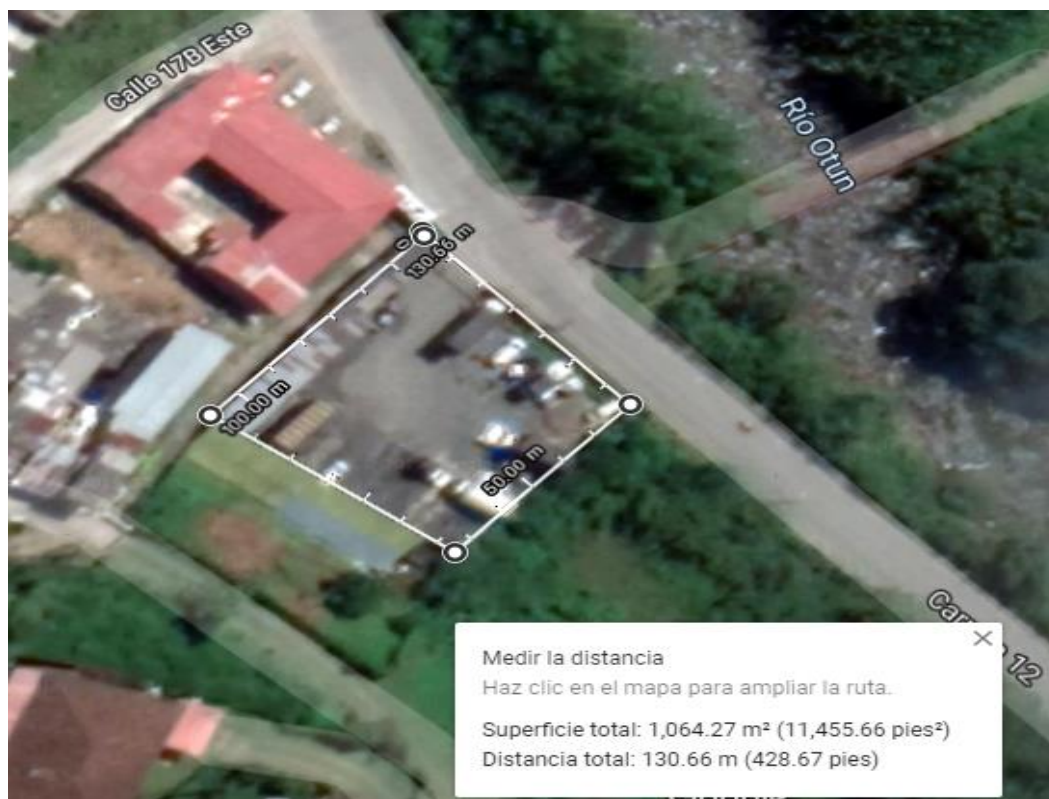
Fuente. Google maps

Figura 77. Área aproximada del establecimiento



Fuente. Google maps

Figura 78. Vista satelital del establecimiento



Fuente. Google maps

8. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

Después de haber completado el diseño del centro de servicio técnico vehicular de la Cooperativa Royal Express, se procedió a realizar la evaluación económica del proyecto, la cual consistió en determinar cuán factible y viable podría llegar a ser este proyecto a futuro, considerando aumentos en diferentes factores como lo son el volumen de las ventas de repuestos, insumos y servicios, así como también los aumentos correspondientes a cantidad de personal, salarios, inflación e impuestos.

Para realizar esta evaluación se tomó como punto de partida el presupuesto con el cual cuenta actualmente la Cooperativa Royal Express para la posible ejecución de este proyecto.

Para el año 2019, la empresa cuenta con un leasing aprobado de \$ 500`000.000 de pesos, los cuales pueden ser utilizados en su totalidad para la expansión de las diferentes líneas de negocio con que cuenta actualmente, así como también para la creación de nuevas líneas. Este crédito puede ser pagado a un plazo máximo de 10 años, difiriéndolo en cuotas mensuales iguales y cobrando una cierta tasa de interés mensual (1,2%) respecto al valor que se adeude en ese momento.

8.1. PRESUPUESTO DE PUESTA EN MARCHA

Se procedió a determinar el costo total de puesta en marcha del proyecto, por lo cual se necesitó realizar consultas a diferentes proveedores de repuestos e insumos para así conocer los precios de los equipos, maquinas, herramientas, enseres, etc.

En la tabla (5) y (6) se detallan los costos y las cantidades, así como también el proveedor seleccionado:

Tabla 5. Valor de herramientas y equipos

EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	PROVEEDOR
Alineadora de vehiculos livianos	TOOLMATE	T-3DIII	1	\$ 21.420.000	\$ 21.420.000	TOOLMATE
Alineadora de vehiculos pesados	-	-	1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	TOOLMATE
Plataforma de alineacion para livianos	TOOLMATE	PX09A	1	\$ 27.965.000	\$ 27.965.000	TOOLMATE
Balanceadora (incluye cono para adaptar a pesados)	M&B ENGINEERI	WB 277 N	1	\$ 8.062.250	\$ 8.062.250	TOOLMATE
Dosificadora de grasas	SAMOA	150000	2	\$ 654.500	\$ 1.309.000	TOOLMATE
Doscificadora de aceite de motor y transm. (neumatico)	SAMOA	454605	3	\$ 2.261.000	\$ 6.783.000	TOOLMATE
Compresor de tornillo y de piston	FIAC	AB300/808	1	\$ 4.522.000	\$ 4.522.000	TOOLMATE
Elevador hidraulico	TOOLMATE	209	2	\$ 6.069.000	\$ 12.138.000	TOOLMATE
Gato hidraulico	TOOLMATE	GT83001	2	\$ 380.800	\$ 761.600	TOOLMATE
Soportes para elevacion con gato hidraulico	TOOLMATE	T43002C	4	\$ 101.150	\$ 404.600	TOOLMATE
Desmontadora de llantas	M&B ENGINEERI	TC325IT	1	\$ 9.758.000	\$ 9.758.000	TOOLMATE
Multimetro o tester	FLUKE	-	1	\$ 150.000	\$ 150.000	Homecenter
Equipos de medicion	-	-	1	\$ 300.000	\$ 300.000	Homecenter
Analizador y probador de baterias	EVERSMART	BT2300CT	1	\$ 952.000	\$ 952.000	COEXITO
Equipo alineador de luces	CHAMPION	SP724002	1	\$ 3.808.000	\$ 3.808.000	COEXITO
Limpiador de inyectores por ultrasonido (sin mueble)	LAUNCH	CNC-602A	1	\$ 2.737.000	\$ 2.737.000	COEXITO
EXTRACTOR DE ACEITES NEUMATICO	SAMOA	372400	1	\$ 1.428.000	\$ 1.428.000	TOOLMATE
MUEBLE DE HERRAMIENTAS	BESITA	MUEBLE668 3	1	\$ 2.618.000	\$ 2.618.000	TOOLMATE
DESTORNILLADOR NEUMATICO DE PERNOS	TOOLMATE	AMV12	1	\$ 214.200	\$ 214.200	TOOLMATE

TOTAL PARCIAL	\$ 140.330.650
----------------------	-----------------------

Fuente. Catálogos de proveedores y almacenes de cadena

Nota: el valor de “MUEBLE DE HERRAMIENTAS” es el valor global de todas las herramientas listadas en la tabla 3 del numeral 8.4.

Tabla 6. Valor de enseres

PRODUCTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PC	2	\$ 800.000	\$ 1.600.000
IMPRESORA	1	\$ 400.000	\$ 400.000
TV	8	\$ 350.000	\$ 2.800.000
CAMARAS	5	\$ 250.000	\$ 1.250.000
SILLETERIA ESPERAS	15	\$ 50.000	\$ 750.000
OTROS (PAPELERIA, ASEO, MTTO)	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
ESTANTERIAS	3	\$ 500.000	\$ 1.500.000
ESCRITORIOS	3	\$ 350.000	\$ 1.050.000
SILLA EJECUTIVA	2	\$ 180.000	\$ 360.000
TOTAL PARCIAL			\$ 11.210.000

Fuente. Catálogos de proveedores y almacenes de cadena

Costo del inventario inicial de repuestos e insumos: puesto que para iniciar con la operación del centro de servicio técnico y la prestación del servicio es necesario contar con insumos y repuestos con los cuales trabajar, se proyectó un inventario inicial de materia prima igual al equivalente a un mes de operación (tabla 7), es decir el valor de los inventarios necesarios para prestar el servicio de mantenimiento durante un mes a toda la flota; este valor ya fue calculado en el capítulo 8 inciso 8.

Tabla 7. Valor de inventario inicial

DESCRIPCION	VALOR
INVENTARIO INICIAL LLANTAS	\$ 13.225.344
INVENTARIO INICIAL BATERIAS	\$ 1.864.800
INVENTARIO INICIAL FILTROS Y LUBRICANTES	\$ 16.160.000
TOTAL PARCIAL	\$ 31.250.144

Fuente. Reuniones con proveedores

Adecuación de las instalaciones: para que el centro de servicio técnico pueda empezar a operar con normalidad, tendrá que contar con unas instalaciones adecuadas para la prestación del servicio; estas adecuaciones podrán ser limpieza general, reparaciones y restauraciones de los cárcamos, reconexiones de líneas eléctricas e instalación de protecciones eléctricas, instalación de redes neumáticas, restauración y/o reparación de las cerchas que cubren parte del patio, etc. Es por esto que para la estimación del presupuesto de puesta en marcha del proyecto se asumió un gasto de **\$ 6`000.000** de pesos para cubrir los anteriores conceptos.

Además de los gastos de adecuación de las instalaciones del centro de servicio técnico, también se tuvo en cuenta un porcentaje del **8%** para suplir cualquier imprevisto que se pueda presentar durante la puesta en marcha del proyecto.

Tabla 8. Presupuesto de puesta en marcha

DESCRIPCION	VALOR
PRESUPUESTO DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	\$ 140.330.650
PRESUPUESTO DE MUEBLES Y ENSERES	\$ 11.210.000
PRESUPUESTO DE INVENTARIO INICIAL	\$ 31.250.144
PRESUPUESTO DE ADECUACION DE LAS INSTALACIONES	\$ 6.000.000
TOTAL PARCIAL	\$ 188.790.794
GASTOS VARIOS E IMPREVISTOS (8%)	\$ 15.103.264
TOTAL	\$ 203.894.058

Fuente. El autor

Habiendo realizado la estimación del presupuesto de puesta en marcha del proyecto (tabla 8) se encontró que el valor (**\$ 203`894.058 pesos**) está muy por debajo del valor total del crédito aprobado con el que se cuenta para la realización del proyecto (**500`000.000 pesos**), solo representa poco más del **40%** del total.

8.2. PROYECCIÓN DE LOS PASIVOS FINANCIEROS

Como se mencionó al inicio de este capítulo, la Cooperativa Royal Express cuenta con un leasing aprobado por un valor de **\$ 500`000.000** de pesos el cual puede ser diferido a un plazo máximo de **10** años con una tasa de interés mensual del **1,2%**; sin embargo, como ya se estimó en el inciso anterior solo se hará uso del **40,8%** de este valor, lo cual equivale al valor total del presupuesto de puesta en marcha.

Este dinero se pagará a cuotas en un plazo de **5** años (**60 meses**), en las tablas (9) (10) (11) (12) y (13), se presentan los valores tanto del pasivo financiero (representado como abono al capital) como de los gastos financieros (representado como intereses) a cancelar durante cada uno de los 60 meses:

Tabla 9. Pasivos financieros e intereses del año 1

	PERIODO	ABONO A CAPITAL	INTERESES	VAL CUOTA	SALDO REST
	0				\$ 203.894.058
AÑO 1	1	\$ 3.398.234	\$ 2.446.728,70	\$ 5.844.963	\$ 200.495.824
	2	\$ 3.398.234	\$ 2.405.949,88	\$ 5.804.184	\$ 197.097.589
	3	\$ 3.398.234	\$ 2.365.171,07	\$ 5.763.405	\$ 193.699.355
	4	\$ 3.398.234	\$ 2.324.392,26	\$ 5.722.627	\$ 190.301.121
	5	\$ 3.398.234	\$ 2.283.613,45	\$ 5.681.848	\$ 186.902.887
	6	\$ 3.398.234	\$ 2.242.834,64	\$ 5.641.069	\$ 183.504.652
	7	\$ 3.398.234	\$ 2.202.055,83	\$ 5.600.290	\$ 180.106.418
	8	\$ 3.398.234	\$ 2.161.277,01	\$ 5.559.511	\$ 176.708.184
	9	\$ 3.398.234	\$ 2.120.498,20	\$ 5.518.733	\$ 173.309.949
	10	\$ 3.398.234	\$ 2.079.719,39	\$ 5.477.954	\$ 169.911.715
	11	\$ 3.398.234	\$ 2.038.940,58	\$ 5.437.175	\$ 166.513.481
	12	\$ 3.398.234	\$ 1.998.161,77	\$ 5.396.396	\$ 163.115.246
TOTAL AÑO 1		\$ 40.778.812	\$ 26.669.342,79	\$ 67.448.154	

Fuente. El autor

Tabla 10. Pasivos financieros e intereses del año 2

AÑO 2	13	\$ 3.398.234	\$ 1.957.382,96	\$ 5.355.617	\$ 159.717.012
	14	\$ 3.398.234	\$ 1.916.604,15	\$ 5.314.838	\$ 156.318.778
	15	\$ 3.398.234	\$ 1.875.825,33	\$ 5.274.060	\$ 152.920.544
	16	\$ 3.398.234	\$ 1.835.046,52	\$ 5.233.281	\$ 149.522.309
	17	\$ 3.398.234	\$ 1.794.267,71	\$ 5.192.502	\$ 146.124.075
	18	\$ 3.398.234	\$ 1.753.488,90	\$ 5.151.723	\$ 142.725.841
	19	\$ 3.398.234	\$ 1.712.710,09	\$ 5.110.944	\$ 139.327.606
	20	\$ 3.398.234	\$ 1.671.931,28	\$ 5.070.166	\$ 135.929.372
	21	\$ 3.398.234	\$ 1.631.152,46	\$ 5.029.387	\$ 132.531.138
	22	\$ 3.398.234	\$ 1.590.373,65	\$ 4.988.608	\$ 129.132.903
	23	\$ 3.398.234	\$ 1.549.594,84	\$ 4.947.829	\$ 125.734.669
	24	\$ 3.398.234	\$ 1.508.816,03	\$ 4.907.050	\$ 122.336.435

TOTAL AÑO 2	\$ 40.778.812	\$ 20.797.193,92	\$ 61.576.006
-------------	---------------	------------------	---------------

Fuente. El autor**Tabla 11.** Pasivos financieros e intereses del año 3

AÑO 3	25	\$ 3.398.234	\$ 1.468.037,22	\$ 4.866.272	\$ 118.938.201
	26	\$ 3.398.234	\$ 1.427.258,41	\$ 4.825.493	\$ 115.539.966
	27	\$ 3.398.234	\$ 1.386.479,59	\$ 4.784.714	\$ 112.141.732
	28	\$ 3.398.234	\$ 1.345.700,78	\$ 4.743.935	\$ 108.743.498
	29	\$ 3.398.234	\$ 1.304.921,97	\$ 4.703.156	\$ 105.345.263
	30	\$ 3.398.234	\$ 1.264.143,16	\$ 4.662.377	\$ 101.947.029
	31	\$ 3.398.234	\$ 1.223.364,35	\$ 4.621.599	\$ 98.548.795
	32	\$ 3.398.234	\$ 1.182.585,54	\$ 4.580.820	\$ 95.150.560
	33	\$ 3.398.234	\$ 1.141.806,72	\$ 4.540.041	\$ 91.752.326
	34	\$ 3.398.234	\$ 1.101.027,91	\$ 4.499.262	\$ 88.354.092
	35	\$ 3.398.234	\$ 1.060.249,10	\$ 4.458.483	\$ 84.955.858
	36	\$ 3.398.234	\$ 1.019.470,29	\$ 4.417.705	\$ 81.557.623

TOTAL AÑO 3	\$ 40.778.812	\$ 14.925.045	\$ 55.703.857
-------------	---------------	---------------	---------------

Fuente. El autor

Tabla 12. Pasivos financieros e intereses del año 4

AÑO 4	37	\$ 3.398.234	\$ 978.691,48	\$ 4.376.926	\$ 78.159.389
	38	\$ 3.398.234	\$ 937.912,67	\$ 4.336.147	\$ 74.761.155
	39	\$ 3.398.234	\$ 897.133,86	\$ 4.295.368	\$ 71.362.920
	40	\$ 3.398.234	\$ 856.355,04	\$ 4.254.589	\$ 67.964.686
	41	\$ 3.398.234	\$ 815.576,23	\$ 4.213.811	\$ 64.566.452
	42	\$ 3.398.234	\$ 774.797,42	\$ 4.173.032	\$ 61.168.217
	43	\$ 3.398.234	\$ 734.018,61	\$ 4.132.253	\$ 57.769.983
	44	\$ 3.398.234	\$ 693.239,80	\$ 4.091.474	\$ 54.371.749
	45	\$ 3.398.234	\$ 652.460,99	\$ 4.050.695	\$ 50.973.515
	46	\$ 3.398.234	\$ 611.682,17	\$ 4.009.916	\$ 47.575.280
	47	\$ 3.398.234	\$ 570.903,36	\$ 3.969.138	\$ 44.177.046
	48	\$ 3.398.234	\$ 530.124,55	\$ 3.928.359	\$ 40.778.812
TOTAL AÑO 4		\$ 40.778.812	\$ 9.052.896	\$ 49.831.708	

Fuente. El autor**Tabla 13.** Pasivos financieros e intereses del año 5

AÑO 5	49	\$ 3.398.234	\$ 489.345,74	\$ 3.887.580	\$ 37.380.577
	50	\$ 3.398.234	\$ 448.566,93	\$ 3.846.801	\$ 33.982.343
	51	\$ 3.398.234	\$ 407.788,12	\$ 3.806.022	\$ 30.584.109
	52	\$ 3.398.234	\$ 367.009,30	\$ 3.765.244	\$ 27.185.874
	53	\$ 3.398.234	\$ 326.230,49	\$ 3.724.465	\$ 23.787.640
	54	\$ 3.398.234	\$ 285.451,68	\$ 3.683.686	\$ 20.389.406
	55	\$ 3.398.234	\$ 244.672,87	\$ 3.642.907	\$ 16.991.172
	56	\$ 3.398.234	\$ 203.894,06	\$ 3.602.128	\$ 13.592.937
	57	\$ 3.398.234	\$ 163.115,25	\$ 3.561.350	\$ 10.194.703
	58	\$ 3.398.234	\$ 122.336,43	\$ 3.520.571	\$ 6.796.469
	59	\$ 3.398.234	\$ 81.557,62	\$ 3.479.792	\$ 3.398.234
	60	\$ 3.398.234	\$ 40.778,81	\$ 3.439.013	\$ -
TOTAL AÑO 5		\$ 40.778.812	\$ 3.180.747	\$ 43.959.559	

Fuente. El autor

8.3. COSTOS DE PERSONAL

Una de las cuentas más importantes a la hora de evaluar la viabilidad de una empresa son los costos del personal, estos costos son los costos en los que incurre una empresa cuando hace uso de mano de obra o de factor humano para la ejecución de su actividad económica. Parte de estos costos se les retribuyen a los empleados por concepto de nómina o comisiones, y la otra parte de estos costos es abonada a diferentes entidades como, por ejemplo, fondos de pensión.

A continuación, se listan los costos de personal más comunes acompañados del valor aproximado que representan actualmente (en Colombia):

- Salario básico, tomando como base el salario mínimo **\$ 828.116** pesos mensuales.
- Auxilio de transporte, equivalente a **\$ 97.032** pesos mensuales (pagado a quien devengue menos de 2 SMMLV).
- Rodamiento, a convenir entre el empleado y el empleador (pagado ocasionalmente).
- Horas extras y recargos.
- Dominicales y festivos.
- Comisiones.
- Salud, equivalente al **8,5%** de la base de seguridad social.
- Pensión, equivalente al **12%** de la base de seguridad social.
- ARL, para este ejercicio se asume un **3,219%** de la base de seguridad social.
- Prima de servicios, equivalente al **8,33%** del total devengado.
- Cesantías, equivalente al **8,33%** del total devengado.
- Intereses sobre cesantías, equivalente al **1%** de las cesantías.
- Vacaciones, equivalente al **4,17%** de la base de seguridad social.

NOTA: el concepto de total devengado hace referencia a la suma del salario base más el auxilio de transporte; y el concepto de base de seguridad social hace referencia al total devengado menos las deducciones de salud-pensión-ARL.

Teniendo presente la información listada anteriormente, se procedió a realizar la estimación de los costos de personal en los que incurrirá el centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express en sus primeros 5 años de operación.

Para realizar esta estimación se asumieron varios factores que influyen directamente en el cálculo de estos costos:

- Aumento anual del salario mínimo, se asume un incremento del **6%** cada año.
- Aumento en la cantidad de personal requerido; debido a la estabilización del proyecto y a la llegada de nuevos clientes, la cantidad de vehículos que ingresaran al centro de servicio técnico aumentara paulatinamente, por lo tanto, se asume un aumento en **1** en la cantidad de empleados necesarios para los años **2** y **5** respectivamente.

Tabla 14. Costos de personal por mes del año 1

NOMINAS AÑO 1										
CARGO	BASICO x MES	BASICO LIQUIDADO	AUX. DE TRANS	TOTAL DEVENGADO	DEDUCCIONES			TOTAL DEDUCCIONES	NETO A PAGAR	BSS
					SALUD	PENSION	FSP			
TECNICO 1	\$ 828.116	\$ 828.116	\$ 97.032	\$ 925.148	\$ 33.125	\$ 33.125	\$ -	\$ 66.249	\$ 858.899	\$ 761.867
TECNICO 2	\$ 828.116	\$ 828.116	\$ 97.032	\$ 925.148	\$ 33.125	\$ 33.125	\$ -	\$ 66.249	\$ 858.899	\$ 761.867
TECNICO 3	\$ 828.116	\$ 828.116	\$ 97.032	\$ 925.148	\$ 33.125	\$ 33.125	\$ -	\$ 66.249	\$ 858.899	\$ 761.867
JEFE DE PATIO	\$ 828.116	\$ 828.116	\$ 97.032	\$ 925.148	\$ 33.125	\$ 33.125	\$ -	\$ 66.249	\$ 858.899	\$ 761.867
ALAMACENISTA	\$ 828.116	\$ 828.116	\$ 97.032	\$ 925.148	\$ 33.125	\$ 33.125	\$ -	\$ 66.249	\$ 858.899	\$ 761.867
TOTAL				\$ 4.625.740	TOTAL			\$ 331.246	TOTAL	\$ 3.809.334

APROPIACIONES		
SALUD	8,5%	\$ 323.793
PENSION	12,0%	\$ 457.120
ARL	3,219%	\$ 122.622
TOTAL		\$ 903.536

PRESTACIONES SOCIALES		
PRIMA DE SERV	8,33%	\$ 385.324
CESANTIAS	8,33%	\$ 385.324
INT. CESANTIAS	1,00%	\$ 3.853
VACACIONES	4,17%	\$ 158.849
TOTAL		\$ 933.351

TOTAL NOMINAS AÑO 1	
PRESTACIONES	\$ 933.351
APROPIACIONES	\$ 903.536
DEVENGADO	\$ 4.625.740
TOTAL	\$ 6.462.627

Fuente. El autor

Tabla 15. Costos de personal por mes del año 2

NOMINAS AÑO 2										
CARGO	BASICO x MES	BASICO LIQUIDADO	AUX. DE TRANS	TOTAL DEVENGADO	DEDUCCIONES			TOTAL DEDUCCIONES	NETO A PAGAR	BSS
					SALUD	PENSION	FSP			
TECNICO 1	\$ 877.803	\$ 877.803	\$ 102.854	\$ 980.657	\$ 35.112	\$ 35.112	\$ -	\$ 70.224	\$ 910.433	\$ 807.579
TECNICO 2	\$ 877.803	\$ 877.803	\$ 102.854	\$ 980.657	\$ 35.112	\$ 35.112	\$ -	\$ 70.224	\$ 910.433	\$ 807.579
TECNICO 3	\$ 877.803	\$ 877.803	\$ 102.854	\$ 980.657	\$ 35.112	\$ 35.112	\$ -	\$ 70.224	\$ 910.433	\$ 807.579
TECNICO 4	\$ 877.803	\$ 877.803	\$ 102.854	\$ 980.657	\$ 35.112	\$ 35.112	\$ -	\$ 70.224	\$ 910.433	\$ 807.579
JEFE DE PATIO	\$ 877.803	\$ 877.803	\$ 102.854	\$ 980.657	\$ 35.112	\$ 35.112	\$ -	\$ 70.224	\$ 910.433	\$ 807.579
ALAMACENISTA	\$ 877.803	\$ 877.803	\$ 102.854	\$ 980.657	\$ 35.112	\$ 35.112	\$ -	\$ 70.224	\$ 910.433	\$ 807.579
TOTAL				\$ 5.883.941				TOTAL \$ 421.345	TOTAL	\$ 4.845.472

APROPIACIONES		
SALUD	8,5%	\$ 411.865
PENSION	12,0%	\$ 581.457
ARL	3,219%	\$ 155.976
TOTAL		\$ 1.149.298

PRESTACIONES SOCIALES		
PRIMA DE SERV	8,33%	\$ 490.132
CESANTIAS	8,33%	\$ 490.132
INT. CESANTIAS	1,00%	\$ 4.901
VACACIONES	4,17%	\$ 202.056
TOTAL		\$ 1.187.222

TOTAL NOMINAS AÑO 2	
PRESTACIONES	\$ 1.187.222
APROPIACIONES	\$ 1.149.298
DEVENGADO	\$ 5.883.941
TOTAL	\$ 8.220.461

Fuente. El autor

Tabla 16. Costos de personal por mes del año 3

NOMINAS AÑO 3										
CARGO	BASICO x MES	BASICO LIQUIDADO	AUX. DE TRANS	TOTAL DEVENGADO	DEDUCCIONES			TOTAL DEDUCCIONES	NETO A PAGAR	BSS
					SALUD	PENSION	FSP			
TECNICO 1	\$ 930.471	\$ 930.471	\$ 109.025	\$ 1.039.496	\$ 37.219	\$ 37.219	\$ -	\$ 74.438	\$ 965.059	\$ 856.033
TECNICO 2	\$ 930.471	\$ 930.471	\$ 109.025	\$ 1.039.496	\$ 37.219	\$ 37.219	\$ -	\$ 74.438	\$ 965.059	\$ 856.033
TECNICO 3	\$ 930.471	\$ 930.471	\$ 109.025	\$ 1.039.496	\$ 37.219	\$ 37.219	\$ -	\$ 74.438	\$ 965.059	\$ 856.033
TECNICO 4	\$ 930.471	\$ 930.471	\$ 109.025	\$ 1.039.496	\$ 37.219	\$ 37.219	\$ -	\$ 74.438	\$ 965.059	\$ 856.033
JEFE DE PATIO	\$ 930.471	\$ 930.471	\$ 109.025	\$ 1.039.496	\$ 37.219	\$ 37.219	\$ -	\$ 74.438	\$ 965.059	\$ 856.033
ALAMACENISTA	\$ 930.471	\$ 930.471	\$ 109.025	\$ 1.039.496	\$ 37.219	\$ 37.219	\$ -	\$ 74.438	\$ 965.059	\$ 856.033
TOTAL				\$ 6.236.978				TOTAL \$ 372.188	TOTAL	\$ 5.136.201

APROPIACIONES		
SALUD	8,5%	\$ 436.577
PENSION	12,0%	\$ 616.344
ARL	3,219%	\$ 165.334
TOTAL		\$ 1.218.255

PRESTACIONES SOCIALES		
PRIMA DE SERV	8,33%	\$ 519.540
CESANTIAS	8,33%	\$ 519.540
INT. CESANTIAS	1,00%	\$ 5.195
VACACIONES	4,17%	\$ 214.180
TOTAL		\$ 1.258.455

TOTAL NOMINAS AÑO 3	
PRESTACIONES	\$ 1.258.455
APROPIACIONES	\$ 1.218.255
DEVENGADO	\$ 6.236.978
TOTAL	\$ 8.713.689

Fuente. El autor

Tabla 17. Costos de personal por mes del año 4

NOMINAS AÑO 4										
CARGO	BASICO x MES	BASICO LIQUIDADO	AUX. DE TRANS	TOTAL DEVENGADO	DEDUCCIONES			TOTAL DEDUCCIONES	NETO A PAGAR	BSS
					SALUD	PENSION	FSP			
TECNICO 1	\$ 986.299	\$ 986.299	\$ 115.567	\$ 1.101.866	\$ 39.452	\$ 39.452	\$ -	\$ 78.904	\$ 1.022.962	\$ 907.395
TECNICO 2	\$ 986.299	\$ 986.299	\$ 115.567	\$ 1.101.866	\$ 39.452	\$ 39.452	\$ -	\$ 78.904	\$ 1.022.962	\$ 907.395
TECNICO 3	\$ 986.299	\$ 986.299	\$ 115.567	\$ 1.101.866	\$ 39.452	\$ 39.452	\$ -	\$ 78.904	\$ 1.022.962	\$ 907.395
TECNICO 4	\$ 986.299	\$ 986.299	\$ 115.567	\$ 1.101.866	\$ 39.452	\$ 39.452	\$ -	\$ 78.904	\$ 1.022.962	\$ 907.395
JEFE DE PATIO	\$ 986.299	\$ 986.299	\$ 115.567	\$ 1.101.866	\$ 39.452	\$ 39.452	\$ -	\$ 78.904	\$ 1.022.962	\$ 907.395
ALAMACENISTA	\$ 986.299	\$ 986.299	\$ 115.567	\$ 1.101.866	\$ 39.452	\$ 39.452	\$ -	\$ 78.904	\$ 1.022.962	\$ 907.395
TOTAL				\$ 6.611.196	TOTAL			\$ 394.520	TOTAL	\$ 5.444.373

APROPIACIONES		
SALUD	8,5%	\$ 462.772
PENSION	12,0%	\$ 653.325
ARL	3,219%	\$ 175.254
TOTAL		\$ 1.291.351

PRESTACIONES SOCIALES		
PRIMA DE SERV	8,33%	\$ 550.713
CESANTIAS	8,33%	\$ 550.713
INT. CESANTIAS	1,0%	\$ 5.507
VACACIONES	4,17%	\$ 227.030
TOTAL		\$ 1.333.963

TOTAL NOMINAS AÑO 4	
PRESTACIONES	\$ 1.333.963
APROPIACIONES	\$ 1.291.351
DEVENGADO	\$ 6.611.196
TOTAL	\$ 9.236.510

Fuente. El autor

Tabla 18. Costos de personal por mes del año 5

NOMINAS AÑO 5										
CARGO	BASICO x MES	BASICO LIQUIDADO	AUX. DE TRANS	TOTAL DEVENGADO	DEDUCCIONES			TOTAL DEDUCCIONES	NETO A PAGAR	BSS
					SALUD	PENSION	FSP			
TECNICO 1	\$ 1.045.477	\$ 1.045.477	\$ 122.501	\$ 1.167.978	\$ 41.819	\$ 41.819	\$ -	\$ 83.638	\$ 1.084.340	\$ 961.839
TECNICO 2	\$ 1.045.477	\$ 1.045.477	\$ 122.501	\$ 1.167.978	\$ 41.819	\$ 41.819	\$ -	\$ 83.638	\$ 1.084.340	\$ 961.839
TECNICO 3	\$ 1.045.477	\$ 1.045.477	\$ 122.501	\$ 1.167.978	\$ 41.819	\$ 41.819	\$ -	\$ 83.638	\$ 1.084.340	\$ 961.839
TECNICO 4	\$ 1.045.477	\$ 1.045.477	\$ 122.501	\$ 1.167.978	\$ 41.819	\$ 41.819	\$ -	\$ 83.638	\$ 1.084.340	\$ 961.839
TECNICO 5	\$ 1.045.477	\$ 1.045.477	\$ 122.501	\$ 1.167.978	\$ 41.819	\$ 41.819	\$ -	\$ 83.638	\$ 1.084.340	\$ 961.839
JEFE DE PATIO	\$ 1.045.477	\$ 1.045.477	\$ 122.501	\$ 1.167.978	\$ 41.819	\$ 41.819	\$ -	\$ 83.638	\$ 1.084.340	\$ 961.839
ALAMACENISTA	\$ 1.045.477	\$ 1.045.477	\$ 122.501	\$ 1.167.978	\$ 41.819	\$ 41.819	\$ -	\$ 83.638	\$ 1.084.340	\$ 961.839
TOTAL				\$ 8.175.846	TOTAL			\$ 585.467	TOTAL	\$ 6.732.874

APROPIACIONES		
SALUD	8,5%	\$ 572.294
PENSION	12,0%	\$ 807.945
ARL	3,219%	\$ 216.731
TOTAL		\$ 1.596.970

PRESTACIONES SOCIALES		
PRIMA DE SERV	8,33%	\$ 681.048
CESANTIAS	8,33%	\$ 681.048
INT. CESANTIAS	1,00%	\$ 6.810
VACACIONES	4,17%	\$ 280.761
TOTAL		\$ 1.649.667

TOTAL NOMINAS AÑO 5	
PRESTACIONES	\$ 1.649.667
APROPIACIONES	\$ 1.596.970
DEVENGADO	\$ 8.175.846
TOTAL	\$ 11.422.484

Fuente. El autor

8.4. RECAUDOS POR VENTAS DE REPUESTOS E INSUMOS Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Así como se realizó la estimación de los costos de personal proyectados a 5 años, también se estimaron los posibles recaudos que tendría el centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express, estos recaudos corresponden a la ejecución de su actividad económica principal (servicio de mantenimiento preventivo vehicular), así como también a la ejecución de su actividad económica secundaria (venta de repuestos e insumos vehiculares).

Para realizar dicha estimación se asumieron los siguientes factores:

- La cantidad de vehículos de la empresa aumenta un **10%** anualmente.
- Las ventas aumentan en la misma proporción que la cantidad de vehículos vinculados a la empresa (**10%**).
- Los precios de los repuestos e insumos vendidos, así como también de los servicios prestados aumentan anualmente un **4%**.
- Los precios de los repuestos e insumos se tomaron en base a los precios a los que el centro de servicio técnico los adquiriría directamente con los proveedores, adicionando un margen de ganancias del **20%**.
- Los precios de la prestación del servicio de mantenimiento se asumieron en base a lo que cobrarían otros talleres y servitecas, restando un **30%** para mantener un atractivo en los precios y buscando atraer clientes externos a la Cooperativa Royal Express.

Adicional a lo listado anteriormente, también se asumió un horizonte algo pesimista; considerando que los únicos clientes que harán uso de los servicios del centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express serán los mismos asociados.

Teniendo esta información se procedió a realizar los respectivos cálculos de los recaudos a 5 años presentados en las tablas (19) (20) (21) (22) y (23); se debe aclarar que el concepto de “factor de consumo” que aparece en las tablas de

recaudos es un valor obtenido al dividir 1 sobre la duración del repuesto-insumo o el periodo de ejecución de la actividad (en el caso de la prestación del servicio de mantenimiento) y representa el porcentaje de consumo mensual.

Tabla 19. Recaudos año 1

DETALLE RECAUDOS AÑO 1							
DETALLE RECAUDOS (LLANTAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	60	4	9	0,111111111	\$ 160.000	12	\$ 51.200.000
BUSETA	20	6	9	0,111111111	\$ 415.000	12	\$ 66.400.000
BUS	20	6	9	0,111111111	\$ 505.000	12	\$ 80.800.000
TOTAL	100	-	-	-	-	-	\$ 198.400.000
DETALLE RECAUDOS (FILTOS Y LUBICANTES)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	60	1	1	1	\$ 150.000	12	\$ 108.000.000
BUSETA	20	1	1	1	\$ 250.000	12	\$ 60.000.000
BUS	20	1	1	1	\$ 310.000	12	\$ 74.400.000
TOTAL	100	-	-	-	-	-	\$ 242.400.000
DETALLE RECAUDOS (BATERIAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	60	1	18	0,055555556	\$ 300.000	12	\$ 12.000.000
BUSETA	20	2	18	0,055555556	\$ 300.000	12	\$ 8.000.000
BUS	20	2	18	0,055555556	\$ 300.000	12	\$ 8.000.000
TOTAL	100	-	-	-	-	-	\$ 28.000.000
DETALLE PRESTACION DEL SERVICIO (MTTO)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	60	1	1	1	\$ 200.000	12	\$ 144.000.000
BUSETA	20	1	1	1	\$ 250.000	12	\$ 60.000.000
BUS	20	1	1	1	\$ 250.000	12	\$ 60.000.000
TOTAL	100	-	-	-	-	-	\$ 264.000.000

Fuente. El autor

Tabla 20. Recaudos año 2

DETALLE RECAUDOS AÑO 2							
DETALLE RECAUDOS (LLANTAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	66	4	9	0,111111111	\$ 166.400	12	\$ 58.572.800
BUSETA	22	6	9	0,111111111	\$ 431.600	12	\$ 75.961.600
BUS	22	6	9	0,111111111	\$ 525.200	12	\$ 92.435.200
TOTAL	110	-	-	-	-	-	\$ 226.969.600
DETALLE RECAUDOS (FILTOS Y LUBICANTES)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	66	1	1	1	\$ 156.000	12	\$ 123.552.000
BUSETA	22	1	1	1	\$ 260.000	12	\$ 68.640.000
BUS	22	1	1	1	\$ 322.400	12	\$ 85.113.600
TOTAL	110	-	-	-	-	-	\$ 277.305.600
DETALLE RECAUDOS (BATERIAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	66	1	18	0,055555556	\$ 312.000	12	\$ 13.728.000
BUSETA	22	2	18	0,055555556	\$ 312.000	12	\$ 9.152.000
BUS	22	2	18	0,055555556	\$ 312.000	12	\$ 9.152.000
TOTAL	110	-	-	-	-	-	\$ 32.032.000
DETALLE PRESTACION DEL SERVICIO (MTTO)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	66	1	1	1	\$ 208.000	12	\$ 164.736.000
BUSETA	22	1	1	1	\$ 260.000	12	\$ 68.640.000
BUS	22	1	1	1	\$ 260.000	12	\$ 68.640.000
TOTAL	110	-	-	-	-	-	\$ 302.016.000

Fuente. El autor

Tabla 21. Recaudos año 3

DETALLE RECAUDOS AÑO 3							
DETALLE RECAUDOS (LLANTAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	72,6	4	9	0,111111111	\$ 173.056	12	\$ 67.007.283
BUSETA	24,2	6	9	0,111111111	\$ 448.864	12	\$ 86.900.070
BUS	24,2	6	9	0,111111111	\$ 546.208	12	\$ 105.745.869
TOTAL	121	-	-	-	-	-	\$ 259.653.222
DETALLE RECAUDOS (FILTOS Y LUBICANTES)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	72,6	1	1	1	\$ 162.240	12	\$ 141.343.488
BUSETA	24,2	1	1	1	\$ 270.400	12	\$ 78.524.160
BUS	24,2	1	1	1	\$ 335.296	12	\$ 97.369.958
TOTAL	121	-	-	-	-	-	\$ 317.237.606
DETALLE RECAUDOS (BATERIAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	72,6	1	18	0,055555556	\$ 324.480	12	\$ 15.704.832
BUSETA	24,2	2	18	0,055555556	\$ 324.480	12	\$ 10.469.888
BUS	24,2	2	18	0,055555556	\$ 324.480	12	\$ 10.469.888
TOTAL	121	-	-	-	-	-	\$ 36.644.608
DETALLE PRESTACION DEL SERVICIO (MTTO)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	72,6	1	1	1	\$ 216.320	12	\$ 188.457.984
BUSETA	24,2	1	1	1	\$ 270.400	12	\$ 78.524.160
BUS	24,2	1	1	1	\$ 270.400	12	\$ 78.524.160
TOTAL	121	-	-	-	-	-	\$ 345.506.304

Fuente. El autor

Tabla 22. Recaudos año 4

DETALLE RECAUDOS AÑO 4							
DETALLE RECAUDOS (LLANTAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	79,86	4	9	0,111111111	\$ 179.978	12	\$ 76.656.332
BUSETA	26,62	6	9	0,111111111	\$ 466.819	12	\$ 99.413.681
BUS	26,62	6	9	0,111111111	\$ 568.056	12	\$ 120.973.274
TOTAL	133,1	-	-	-	-	-	\$ 297.043.286
DETALLE RECAUDOS (FILTOS Y LUBICANTES)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	79,86	1	1	1	\$ 168.730	12	\$ 161.696.950
BUSETA	26,62	1	1	1	\$ 281.216	12	\$ 89.831.639
BUS	26,62	1	1	1	\$ 348.708	12	\$ 111.391.232
TOTAL	133,1	-	-	-	-	-	\$ 362.919.822
DETALLE RECAUDOS (BATERIAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	79,86	1	18	0,055555556	\$ 337.459	12	\$ 17.966.328
BUSETA	26,62	2	18	0,055555556	\$ 337.459	12	\$ 11.977.552
BUS	26,62	2	18	0,055555556	\$ 337.459	12	\$ 11.977.552
TOTAL	133,1	-	-	-	-	-	\$ 41.921.432
DETALLE PRESTACION DEL SERVICIO (MTTO)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	79,86	1	1	1	\$ 224.973	12	\$ 215.595.934
BUSETA	26,62	1	1	1	\$ 281.216	12	\$ 89.831.639
BUS	26,62	1	1	1	\$ 281.216	12	\$ 89.831.639
TOTAL	133,1	-	-	-	-	-	\$ 395.259.212

Fuente. El autor

Tabla 23. Recaudos año 5

DETALLE RECAUDOS AÑO 5							
DETALLE RECAUDOS (LLANTAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	87,846	4	9	0,111111111	\$ 187.177	12	\$ 87.694.844
BUSETA	29,282	6	9	0,111111111	\$ 485.491	12	\$ 113.729.251
BUS	29,282	6	9	0,111111111	\$ 590.779	12	\$ 138.393.425
TOTAL	146,41	-	-	-	-	-	\$ 339.817.520
DETALLE RECAUDOS (FILTOS Y LUBICANTES)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	87,846	1	1	1	\$ 175.479	12	\$ 184.981.311
BUSETA	29,282	1	1	1	\$ 292.465	12	\$ 102.767.395
BUS	29,282	1	1	1	\$ 362.656	12	\$ 127.431.570
TOTAL	146,41	-	-	-	-	-	\$ 415.180.276
DETALLE RECAUDOS (BATERIAS)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	87,846	1	18	0,055555556	\$ 350.958	12	\$ 20.553.479
BUSETA	29,282	2	18	0,055555556	\$ 350.958	12	\$ 13.702.319
BUS	29,282	2	18	0,055555556	\$ 350.958	12	\$ 13.702.319
TOTAL	146,41	-	-	-	-	-	\$ 47.958.118
DETALLE PRESTACION DEL SERVICIO (MTTO)							
VEHICULO	CANTIDAD VEHICULOS	CANTIDAD	DURACION (MESES)	FACTOR CONSUMO	VALOR UNIT	MESES	VALOR TOTAL
MICROBUS	87,846	1	1	1	\$ 233.972	12	\$ 246.641.748
BUSETA	29,282	1	1	1	\$ 292.465	12	\$ 102.767.395
BUS	29,282	1	1	1	\$ 292.465	12	\$ 102.767.395
TOTAL	146,41	-	-	-	-	-	\$ 452.176.538

Fuente. El autor

8.5. PROYECCIÓN EN GASTOS DE SERVICIOS PÚBLICOS

Se realizó una estimación aproximada de los posibles gastos en servicios públicos del centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express (tabla 24), para esto fue necesario considerar el tipo y la cantidad de equipos que se tendrían, así como también el número de veces que se usarían por día y el tiempo que representan dichos usos.

Los valores del kWh fueron tomados de los recibos actuales de energía del posible establecimiento en donde funcionaría el centro de servicio técnico.

Tabla 24. Consumo energético y servicios mensuales

CONSUMO ENERGETICO x MES									
EQUIPO	CANTIDAD (unid)	POTENCIA (W)	POTENCIA (Kw)	USO (veces/dia)	TIEMPO USO (s/vez)	USO x DIA (h/dia)	DIAS (dias/mes)	COSTO (\$/kWh)	COSTO MENSUAL
PC	10	65	0,065	1	28800	8	26	\$ 540	\$ 73.008
LUMINARIAS EDIFICIO	20	20	0,02	1	28800	8	26	\$ 540	\$ 44.928
LUMINARIAS TALLER	48	20	0,02	1	7200	2	26	\$ 540	\$ 26.957
TV	8	100	0,1	1	14400	4	26	\$ 540	\$ 44.928
COMPRESOR 7,5 hp	1	5595	5,595	2	1800	1	26	\$ 540	\$ 78.554
MOTOR ELEVADORES	2	2200	2,2	32	45	0,4	26	\$ 540	\$ 24.710
MOTOR ELEVADOR ALINEACION 2 hp	1	1492	1,492	8	45	0,1	26	\$ 540	\$ 2.095
ALINEADORA	2	373	0,373	4	60	0,0666667	26	\$ 540	\$ 698
IMPRESORAS	2	100	0,1	1	14400	4	26	\$ 540	\$ 11.232
SUBTOTAL									\$ 307.110
TOTAL (+10%)									\$ 337.821

SERVICIO DE INTERNET Y TELEFONIA	\$ 300.000
SERVICIO DE AGUA Y ASEO	\$ 80.000
SERVICIO DE MANEJO DE RESIDUOS	\$ 200.000
SERVICIO DE ENERGIA Y ALUMBRADO	\$ 337.821
TOTAL SERVICIOS MENSUALES	\$ 917.821

VALOR APROXIMADO DE UN PAQUETE CORPORATIVO.
VALOR ASUMIDO.
VALOR ASUMIDO. DEPENDE DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS PRODUCIDOS.
CALCULADO.

Fuente. El autor

8.6. ESTADO DE RESULTADOS O DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (P&G)

ESTADO DE RESULTADOS (PERDIDAS Y GANANCIAS)						
AÑOS	1	2	3	4	5	
RECAUDOS LLANTAS	\$ 198.400.000	\$ 226.969.600	\$ 259.653.222	\$ 297.043.286	\$ 339.817.520	
RECAUDOS BATERIAS	\$ 28.000.000	\$ 32.032.000	\$ 36.644.608	\$ 41.921.432	\$ 47.958.118	
RECAUDOS FILTROS Y LUBRICANTES	\$ 242.400.000	\$ 277.305.600	\$ 317.237.606	\$ 362.919.822	\$ 415.180.276	
RECAUDOS PRESTACION DEL SERVICIO	\$ 264.000.000	\$ 302.016.000	\$ 345.506.304	\$ 395.259.212	\$ 452.176.538	
IMPUESTO SOBRE VENTAS (IVA=19%)	\$ 116.204.000	\$ 132.937.376	\$ 152.080.358	\$ 173.979.930	\$ 199.033.040	
INGRESOS NETOS	\$ 616.596.000	\$ 705.385.824	\$ 806.961.383	\$ 923.163.822	\$ 1.056.099.412	
COSTO COMPRAS LLANTAS	\$ 158.720.000	\$ 181.575.680	\$ 207.722.578	\$ 237.634.629	\$ 271.854.016	
COSTO COMPRAS BATERIAS	\$ 22.400.000	\$ 25.625.600	\$ 29.315.686	\$ 33.537.145	\$ 38.366.494	
COSTO COMPRAS FILTROS Y LUBRICANTES	\$ 193.920.000	\$ 221.844.480	\$ 253.790.085	\$ 290.335.857	\$ 332.144.221	
COSTO INVENTARIO LLANTAS	\$ 13.225.344	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
COSTO INVENTARIO BATERIAS	\$ 1.864.800	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
COSTO INVENTARIO FILTROS Y LUBRICANTES	\$ 16.160.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
COSTO DE TRANSPORTE	\$ 300.000	\$ 312.000	\$ 324.480	\$ 337.459	\$ 350.958	
SALARIOS (MOD)	\$ 29.812.176	\$ 42.134.542	\$ 44.662.615	\$ 47.342.371	\$ 62.728.642	
AUX. DE TRANSPORTE (MOD)	\$ 3.493.152	\$ 4.936.992	\$ 5.233.212	\$ 5.547.204	\$ 7.350.046	
SALUD (MOD)	\$ 2.331.313	\$ 3.294.922	\$ 3.492.618	\$ 3.702.175	\$ 4.905.382	
PENSION (MOD)	\$ 3.291.265	\$ 4.651.655	\$ 4.930.754	\$ 5.226.600	\$ 6.925.244	
ARL (MOD)	\$ 882.882	\$ 1.247.806	\$ 1.322.675	\$ 1.402.035	\$ 1.857.697	
PARAFISCALES (MOD) (9%)	\$ 2.683.096	\$ 3.792.109	\$ 4.019.635	\$ 4.260.813	\$ 5.645.578	
DOTACIONES (MOD)	\$ 600.000	\$ 832.000	\$ 865.280	\$ 899.891	\$ 1.169.859	
PRIMAS (MOD)	\$ 2.774.334	\$ 3.921.059	\$ 4.156.322	\$ 4.405.702	\$ 5.837.555	
CESANTIAS (MOD)	\$ 2.774.334	\$ 3.921.059	\$ 4.156.322	\$ 4.405.702	\$ 5.837.555	
INTERESES DE CESANTIAS (MOD)	\$ 27.743	\$ 39.211	\$ 41.563	\$ 44.057	\$ 58.376	
VACACIONES (MOD)	\$ 1.143.715	\$ 1.616.450	\$ 1.713.437	\$ 1.816.243	\$ 2.406.522	
MANTENIMIENTO MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ -	\$ 5.000.000	\$ 5.200.000	\$ 5.408.000	\$ 5.624.320	
DEPRECIACION MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 14.033.065	\$ 14.033.065	\$ 14.033.065	\$ 14.033.065	\$ 14.033.065	
TOTAL COSTOS DE VENTAS	\$ 470.437.219	\$ 518.778.630	\$ 584.980.328	\$ 660.338.950	\$ 767.095.528	
UTILIDAD BRUTA	\$ 146.158.781	\$ 186.607.194	\$ 221.981.055	\$ 262.824.872	\$ 289.003.884	
SALARIOS (ADM)	\$ 19.874.784	\$ 21.067.272	\$ 22.331.308	\$ 23.671.187	\$ 25.091.458	
AUX. DE TRANSPORTE (ADM)	\$ 2.328.768	\$ 2.468.496	\$ 2.616.606	\$ 2.773.602	\$ 2.940.018	
SALUD (ADM)	\$ 1.554.209	\$ 1.647.461	\$ 1.746.309	\$ 1.851.087	\$ 1.962.153	
PENSION (ADM)	\$ 2.194.177	\$ 2.325.828	\$ 2.465.377	\$ 2.613.300	\$ 2.770.098	
ARL (ADM)	\$ 588.588	\$ 623.903	\$ 661.337	\$ 701.018	\$ 743.079	
PARAFISCALES (ADM) (9%)	\$ 1.788.731	\$ 1.896.054	\$ 2.009.818	\$ 2.130.407	\$ 2.258.231	
DOTACIONES (ADM)	\$ 400.000	\$ 416.000	\$ 432.640	\$ 449.946	\$ 467.943	
PRIMAS (ADM)	\$ 1.849.556	\$ 1.960.529	\$ 2.078.161	\$ 2.202.851	\$ 2.335.022	
CESANTIAS (ADM)	\$ 1.849.556	\$ 1.960.529	\$ 2.078.161	\$ 2.202.851	\$ 2.335.022	
INTERESES DE CESANTIAS (ADM)	\$ 18.496	\$ 19.605	\$ 20.782	\$ 22.029	\$ 23.350	
VACACIONES (ADM)	\$ 762.476	\$ 808.225	\$ 856.719	\$ 908.122	\$ 962.609	
ENERGIA Y ALUMBRADO	\$ 4.053.852	\$ 4.216.006	\$ 4.384.647	\$ 4.560.033	\$ 4.742.434	
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	\$ 960.000	\$ 998.400	\$ 1.038.336	\$ 1.079.869	\$ 1.123.064	
INTERNET Y TELEFONIA	\$ 3.600.000	\$ 3.744.000	\$ 3.893.760	\$ 4.049.510	\$ 4.211.491	
MANEJO DE RESIDUOS CONTAMINANTES	\$ 2.400.000	\$ 2.496.000	\$ 2.595.840	\$ 2.699.674	\$ 2.807.661	
ARRENDAMIENTO INSTALACIONES	\$ 19.200.000	\$ 19.968.000	\$ 20.766.720	\$ 21.597.389	\$ 22.461.284	
MANTENIMIENTO INSTALACIONES	\$ 3.600.000	\$ 3.744.000	\$ 3.893.760	\$ 4.049.510	\$ 4.211.491	
SEGUROS VARIOS	\$ 1.000.000	\$ 1.040.000	\$ 1.081.600	\$ 1.124.864	\$ 1.169.859	
INSUMOS ADMINISTRATIVOS	\$ 2.400.000	\$ 2.496.000	\$ 2.595.840	\$ 2.699.674	\$ 2.807.661	
DEPRECIACION MUEBLES Y ENSERES	\$ 1.121.000	\$ 1.121.000	\$ 1.121.000	\$ 1.121.000	\$ 1.121.000	
TOTAL GASTOS OPERATIVOS	\$ 71.544.192	\$ 75.017.310	\$ 78.668.720	\$ 82.507.920	\$ 86.544.926	
UTILIDAD OPERATIVA	\$ 74.614.589	\$ 111.589.884	\$ 143.312.334	\$ 180.316.951	\$ 202.458.958	
AMORTIZACION PASIVOS FINANCIEROS	\$ 40.778.812	\$ 40.778.812	\$ 40.778.812	\$ 40.778.812	\$ 40.778.812	
GASTOS FINANCIEROS	\$ 26.669.343	\$ 20.797.194	\$ 14.925.045	\$ 9.052.896	\$ 3.180.747	
GASTOS BANCARIOS	\$ 500.000	\$ 520.000	\$ 540.800	\$ 562.432	\$ 584.929	
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 6.666.434	\$ 49.493.878	\$ 87.067.677	\$ 129.922.811	\$ 157.914.469	
IMPUESTO DE RENTA	\$ 2.399.916	\$ 17.817.796	\$ 31.344.364	\$ 46.772.212	\$ 56.849.209	
INDUSTRIA Y COMERCIO	\$ 4.316.172	\$ 4.937.701	\$ 5.648.730	\$ 6.462.147	\$ 7.392.696	
CAMARA Y COMERCIO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
UTILIDAD NETA	-\$ 49.654	\$ 26.738.381	\$ 50.074.584	\$ 76.688.452	\$ 93.672.565	

Para la realización del estado de resultados se asumieron otros conceptos adicionales a los descritos en los anteriores incisos de este capítulo, como, por ejemplo:

- Dotaciones de personal; se asumió un costo de **\$ 200.000** pesos anuales por cada empleado, lo que representa un total de **\$ 1`000.000** pesos en el primer año.
- Costos de transporte de materia prima; a pesar de que los proveedores de insumos y repuestos no cobran el transporte de estos, se asume un costo de **\$ 300.000** pesos para posibles contingencias.
- Mantenimiento de maquinaria y equipos; debido a que los equipos se adquieren nuevos y que el fabricante sugiere como mínimo un mantenimiento anual, durante el primer año estos no ocasionaran costos en mantenimiento, sin embargo, para el segundo año se asume un gasto de mantenimiento de maquinaria y equipos de **\$ 5`000.000** pesos.
- Depreciación de maquinaria y equipos; se asume una vida útil de **10** años para los equipos y una depreciación lineal durante la vida útil del **10%** respecto al valor de compra.
- Gastos de alquiler de instalaciones; como se mencionó en el final del capítulo anterior, el valor de renta del establecimiento donde posiblemente operará el centro de servicio técnico es de **\$ 1`600.000** pesos mensuales.
- Mantenimiento de las instalaciones; se asumió un gasto de **\$ 300.000** pesos mensuales para la realización de actividades de mantenimiento sobre las instalaciones.
- Seguros varios; se asumió un gasto en seguros de **\$ 1`000.000** pesos para el primer año.
- Insumos administrativos; se asumió un gasto en insumos administrativos de **\$ 200.000** pesos mensuales para el primer año.
- Depreciación de muebles y enseres; así como con la maquinaria y los equipos, para los muebles y enseres también se asumió una vida útil de **10** años y una depreciación lineal del **10%** durante su vida útil.

- Gastos bancarios; se asume un gasto de **\$ 500.000** pesos para el primer año.

Adicional a lo anterior, también se tomaron los siguientes porcentajes (tabla 25) para realizar la estimación de la deducción de impuestos y otros conceptos:

Tabla 25. Conceptos y porcentajes

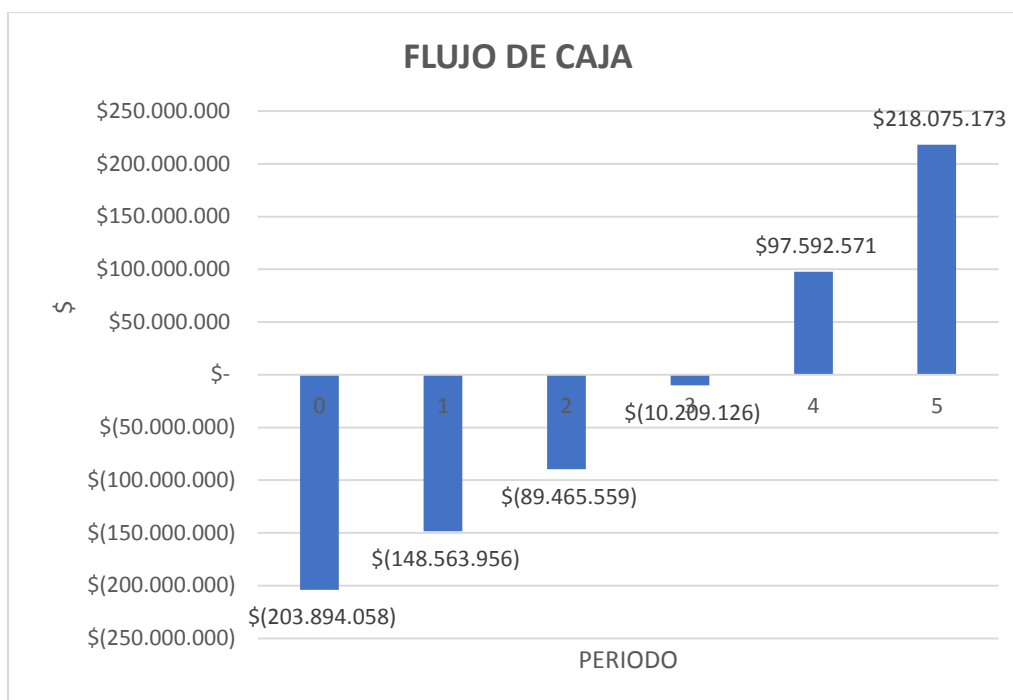
CONCEPTO	%	REPRESENTACION
IPC	4	INCREMENTO ANUALMENTE
SMMLV	6	INCREMENTO ANUALMENTE
GANANCIAS SOBRE MP	20	SOBRE EL COSTO DE COMPRA
AUMENTO EN VENTAS	10	INCREMENTO ANUALMENTE
IMPUESTO DE RENTA RENTA	36	SOBRE LA UTILIDAD
INTERESES SOBRE EL PASIVO	1,2	SOBRE EL TOTAL ADEUDADO
INDUSTRIA Y COMERCIO	0,7	SOBRE LOS INGRESOS NETOS

Fuente. El autor

8.7. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

FLUJO DE CAJA											
AÑOS		0	1	2	3	4	5				
SALDO INICIAL CAJA Y BANCOS			-\$ 203.894.058	-\$ 148.563.956	-\$ 89.465.559	-\$ 10.209.126	\$ 97.592.571				
RECAUDOS LLANTAS	\$	-	\$ 198.400.000	\$ 226.969.600	\$ 259.653.222	\$ 297.043.286	\$ 339.817.520				
RECAUDOS BATERIAS	\$	-	\$ 28.000.000	\$ 32.032.000	\$ 36.644.608	\$ 41.921.432	\$ 47.958.118				
RECAUDOS FILTROS Y LUBRICANTES	\$	-	\$ 242.400.000	\$ 277.305.600	\$ 317.237.606	\$ 362.919.822	\$ 415.180.276				
RECAUDOS PRESTACION DEL SERVICIO	\$	-	\$ 264.000.000	\$ 302.016.000	\$ 345.506.304	\$ 395.259.212	\$ 452.176.538				
TOTAL INGRESOS		\$	-	\$ 732.800.000	\$ 838.323.200	\$ 959.041.741	\$ 1.097.143.751	\$ 1.255.132.452			
INVERSION EN MAQUINARIA Y EQUIPOS	\$	140.330.650	\$	-	\$	-	\$	-			
INVERSION EN ENSERES	\$	11.210.000	\$	-	\$	-	\$	-			
INVERSION EN ACONDICIONAMIENTO	\$	6.000.000	\$	-	\$	-	\$	-			
INVENTARIO INICIAL LLANTAS	\$	13.225.344	\$	-	\$	-	\$	-			
INVENTARIO INICIAL BATERIAS	\$	1.864.800	\$	-	\$	-	\$	-			
INVENTARIO INICIAL FILTROS Y LUBRICANTES	\$	16.160.000	\$	-	\$	-	\$	-			
VARIOS (8%)	\$	15.103.264	\$	-	\$	-	\$	-			
TOTAL EGRESOS DE INVERSION INICIAL		\$	203.894.058	\$	-	\$	-	\$	-		
COSTO COMPRAS LLANTAS	\$	-	\$ 158.720.000	\$ 181.575.680	\$ 207.722.578	\$ 237.634.629	\$ 271.854.016				
COSTO COMPRAS BATERIAS	\$	-	\$ 22.400.000	\$ 25.625.600	\$ 29.315.686	\$ 33.537.145	\$ 38.366.494				
COSTO COMPRAS FILTROS Y LUBRICANTES	\$	-	\$ 193.920.000	\$ 221.844.480	\$ 253.790.085	\$ 290.335.857	\$ 332.144.221				
COSTO DE TRANSPORTE	\$	-	\$ 300.000	\$ 312.000	\$ 324.480	\$ 337.459	\$ 350.958				
SALARIOS	\$	-	\$ 49.686.960	\$ 63.201.814	\$ 66.993.923	\$ 71.013.558	\$ 87.820.100				
AUX. DE TRANSPORTE	\$	-	\$ 5.821.920	\$ 7.405.488	\$ 7.849.817	\$ 8.320.806	\$ 10.290.064				
SALUD	\$	-	\$ 3.885.522	\$ 4.942.383	\$ 5.238.926	\$ 5.553.262	\$ 6.867.534				
PENSION	\$	-	\$ 5.485.442	\$ 6.977.483	\$ 7.396.132	\$ 7.839.899	\$ 9.695.342				
ARL	\$	-	\$ 1.471.470	\$ 1.871.710	\$ 1.984.012	\$ 2.103.053	\$ 2.600.776				
PARAFISCALES (9%)	\$	-	\$ 4.471.826	\$ 5.688.163	\$ 6.029.453	\$ 6.391.220	\$ 7.903.809				
DOTACIONES	\$	-	\$ 1.000.000	\$ 1.248.000	\$ 1.297.920	\$ 1.349.837	\$ 1.637.802				
PRIMAS	\$	-	\$ 4.623.890	\$ 5.881.588	\$ 6.234.483	\$ 6.608.552	\$ 8.172.577				
CESANTIAS	\$	-	\$	\$ 4.623.890	\$ 5.881.588	\$ 6.234.483	\$ 6.608.552				
INTERESES DE CESANTIAS	\$	-	\$	\$ 46.239	\$ 58.816	\$ 62.345	\$ 66.086				
VACACIONES	\$	-	\$	\$ 1.906.191	\$ 2.424.675	\$ 2.570.156	\$ 3.369.131				
MANTENIMIENTO MAQUINARIA Y EQUIPO	\$	-	\$	\$ 5.000.000	\$ 5.200.000	\$ 5.408.000	\$ 5.624.320				
ENERGIA Y ALUMBRADO	\$	-	\$ 4.053.852	\$ 4.216.006	\$ 4.384.647	\$ 4.560.033	\$ 4.742.434				
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	\$	-	\$ 960.000	\$ 998.400	\$ 1.038.336	\$ 1.079.869	\$ 1.123.064				
INTERNET Y TELEFONIA	\$	-	\$ 3.600.000	\$ 3.744.000	\$ 3.893.760	\$ 4.049.510	\$ 4.211.491				
MANEJO DE RESIDUOS CONTAMINANTES	\$	-	\$ 2.400.000	\$ 2.496.000	\$ 2.595.840	\$ 2.699.674	\$ 2.807.661				
ARRENDAMIENTO INSTALACIONES	\$	-	\$ 19.200.000	\$ 19.968.000	\$ 20.766.720	\$ 21.597.389	\$ 22.461.284				
MANTENIMIENTO INSTALACIONES	\$	-	\$ 3.600.000	\$ 3.744.000	\$ 3.893.760	\$ 4.049.510	\$ 4.211.491				
SEGUROS VARIOS	\$	-	\$ 1.000.000	\$ 1.040.000	\$ 1.081.600	\$ 1.124.864	\$ 1.169.859				
INSUMOS ADMINISTRATIVOS	\$	-	\$ 2.400.000	\$ 2.496.000	\$ 2.595.840	\$ 2.699.674	\$ 2.807.661				
TOTAL EGRESOS OPERATIVOS		\$	-	\$ 489.000.882	\$ 576.853.116	\$ 647.993.078	\$ 727.160.786	\$ 836.906.725			
AMORTIZACION PASIVOS FINANCIEROS	\$	-	\$ 40.779.500	\$ 40.779.500	\$ 40.779.500	\$ 40.779.500	\$ 40.779.500				
GASTOS FINANCIEROS	\$	-	\$ 26.669.343	\$ 20.797.194	\$ 14.925.045	\$ 9.052.896	\$ 3.180.747				
GASTOS BANCARIOS	\$	-	\$ 500.000	\$ 520.000	\$ 540.800	\$ 562.432	\$ 584.929				
TOTAL EGRESOS FINANCIEROS		\$	-	\$ 67.948.843	\$ 62.096.694	\$ 56.245.345	\$ 50.394.828	\$ 44.545.177			
IMPUESTO DE RENTA	\$	-	\$	\$ 2.399.916	\$ 17.817.796	\$ 31.344.364	\$ 46.772.212				
INDUSTRIA Y COMERCIO	\$	-	\$ 4.316.172	\$ 4.937.701	\$ 5.648.730	\$ 6.462.147	\$ 7.392.696				
CAMARA Y COMERCIO	\$	-	\$	\$	\$	\$	\$				
IMPUESTO SOBRE VENTAS (IVA=19%)	\$	-	\$ 116.204.000	\$ 132.937.376	\$ 152.080.358	\$ 173.979.930	\$ 199.033.040				
TOTAL EGRESOS TRIBUTARIOS		\$	-	\$ 120.520.172	\$ 140.274.993	\$ 175.546.884	\$ 211.786.440	\$ 253.197.948			
TOTAL EGRESOS		\$	203.894.058	\$ 677.469.898	\$ 779.224.803	\$ 879.785.308	\$ 989.342.055	\$ 1.134.649.849			
FLUJO DE CAJA DEL EJERCICIO		-\$	203.894.058	\$ 55.330.102	\$ 59.098.397	\$ 79.256.433	\$ 107.801.696	\$ 120.482.602			
SALDO FINAL CAJA Y BANCOS		-\$	203.894.058	-\$ 148.563.956	-\$ 89.465.559	-\$ 10.209.126	\$ 97.592.571	\$ 218.075.173			

Figura 79. Flujo de caja



Fuente. El autor

8.8. PUNTO DE EQUILIBRIO

Con el fin determinar el nivel de ventas de servicios de mantenimiento preventivo que debería de tener el centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express para que los costos variables y los costos fijos de funcionamiento sean iguales y por lo tanto el beneficio económico sea cero (no se gane dinero pero que tampoco se pierda), se procedió a calcular cual debería de ser el punto de equilibrio en ventas de servicios de mantenimiento preventivo a partir del cual el centro de servicio técnico podría empezar a generar ganancias. Para esto se cuantificaron cuáles y cuántos eran los costos fijos y variables de funcionamiento.

Debido a que la empresa cuenta con servicios de mantenimiento para varias clases de vehículos, el punto de equilibrio fue determinado en base a esos tres tipos de vehículos, es decir, los costos variables y fijos fueron determinados para cada uno de los tres tipos de vehículos (micro bus, buseta, bus).

Tabla 26. Discriminación de costos

CUENTA	CF	CV
COSTO COMPRAS LLANTAS		\$ 158.720.000
COSTO COMPRAS BATERIAS		\$ 22.400.000
COSTO COMPRAS FILTROS Y LUBRICANTES		\$ 193.920.000
COSTO INVENTARIO LLANTAS	\$ 13.225.344	
COSTO INVENTARIO BATERIAS	\$ 1.864.800	
COSTO INVENTARIO FILTROS Y LUBRICANTES	\$ 16.160.000	
COSTO DE TRANSPORTE	\$ 300.000	
SALARIOS (MOD)		\$ 29.812.176
AUX. DE TRANSPORTE (MOD)		\$ 3.493.152
SALUD (MOD)		\$ 2.331.313
PENSION (MOD)		\$ 3.291.265
ARL (MOD)		\$ 882.882
PARAFISCALES (MOD) (9%)		\$ 2.683.096
DOTACIONES (MOD)		\$ 600.000
PRIMAS (MOD)		\$ 2.774.334
CESANTIAS (MOD)		\$ 2.774.334
INTERESES DE CESANTIAS (MOD)		\$ 27.743
VACACIONES (MOD)		\$ 1.143.715
MANTENIMIENTO MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ -	
DEPRECIACION MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 14.033.065	
SALARIOS (ADM)	\$ 19.874.784	
AUX. DE TRANSPORTE (ADM)	\$ 2.328.768	
SALUD (ADM)	\$ 1.554.209	
PENSION (ADM)	\$ 2.194.177	
ARL (ADM)	\$ 588.588	
PARAFISCALES (ADM) (9%)	\$ 1.788.731	
DOTACIONES (ADM)	\$ 400.000	
PRIMAS (ADM)	\$ 1.849.556	
CESANTIAS (ADM)	\$ 1.849.556	
INTERESES DE CESANTIAS (ADM)	\$ 18.496	
VACACIONES (ADM)	\$ 762.476	
ENERGIA Y ALUMBRADO	\$ 4.053.852	
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	\$ 960.000	
INTERNET Y TELEFONIA	\$ 3.600.000	
MANEJO DE RESIDUOS CONTAMINANTES		\$ 2.400.000
ARRENDAMIENTO INSTALACIONES	\$ 19.200.000	
MANTENIMIENTO INSTALACIONES	\$ 3.600.000	
SEGUROS VARIOS	\$ 1.000.000	
INSUMOS ADMINISTRATIVOS	\$ 2.400.000	
DEPRECIACION MUEBLES Y ENSERES	\$ 1.121.000	
TOTAL	\$ 114.727.401	\$ 427.254.010

Fuente. El autor

Tabla 27. Información para el PE

TIPO VEH	CANTIDAD	PRECIO DE VENTA x UND	COSTO VARIABLE x UND	VENTAS ESTIMADAS 1ER AÑO
MICRO	60	\$ 437.778	\$ 233.734	720
BUSETA	20	\$ 810.000	\$ 491.512	240
BUS	20	\$ 930.000	\$ 587.512	240
TOTAL	100			1200

Fuente. El autor

Después de realizar la discriminación de cada uno de los costos de funcionamiento del centro de servicio técnico en variables y fijos (tabla 26), y su representación por vehículo, se procedió a calcular el punto de equilibrio por cada tipo de vehículo y en general para el primer año de operación del centro de servicio técnico (tabla 28).

Tabla 28. Punto de equilibrio año 1

CONTRIBUCION MARGINAL UNIT	% DE PARTICIPACION EN VENTAS	CONTRIBUCION MARGINAL PONDERADA	PE GENERAL	PE POR VEHICULO
\$ 204.044	60%	\$ 122.426	450,6	270,3
\$ 318.488	20%	\$ 63.698		90,1
\$ 342.488	20%	\$ 68.498		90,1
	100%	\$ 254.622		

Fuente. El autor

En la tabla 28 se puede apreciar que, para que el centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express presente un equilibrio entre sus entradas y salidas de dinero debido a su operación tendrá que vender durante su primer año de funcionamiento **450,6 ≈ 451** servicios de mantenimiento preventivo a los vehículos de la flota vinculada a la cooperativa.

8.9. TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Con los datos obtenidos en el flujo de caja (figura 79), se procedió a realizar el cálculo de cuánto tiempo le tomaría al centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express recuperar el monto de la inversión inicial realizada (\$ **203`894.058** pesos) (tabla 29), esto con una operación normal y siguiendo las suposiciones hechas a la hora de realizar el diseño técnico y económico (Numerales 8.1 al 8.8).

Tabla 29. Flujo de caja y flujo acumulado

PERIODO	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE CAJA	-\$ 203.894.058	\$ 55.330.102	\$ 59.098.397	\$ 79.256.433	\$ 107.801.696	\$ 120.482.602
FLUJO ACUMULADO	-\$ 203.894.058	-\$ 148.563.956	-\$ 89.465.559	-\$ 10.209.126	\$ 97.592.571	\$ 218.075.173

Fuente. El autor

Para los datos arrojados por el flujo de caja mostrado en el anterior inciso, se determinó que el tiempo o periodo de recuperación de la inversión (PRI) se daría aproximadamente **37** meses después de haber iniciado la operación y la prestación del servicio.

	AÑOS	MESES
PRI	3,09	37,14

9. ANÁLISIS DE LA PROPUESTA ECONÓMICA

Con los resultados obtenidos en el capítulo 9, se realizó un breve análisis de estos y esto fue lo que se obtuvo:

- **Inversión inicial:** para ser un proyecto nuevo para la Cooperativa Royal Express y además representar una nueva rama de negocios de esta, el monto del presupuesto inicial es algo alto, teniendo en cuenta que se asumieron varios factores importantes a la hora de realizar la estimación de las entradas y salidas de dinero después de iniciada la operación. Este valor de inversión inicial se podría disminuir optando por proveedores de maquinaria y equipos diferentes, sin importar que puedan ser extranjeros; teniendo en cuenta que esto también puede acarrear aumento en los costos de legalización, transporte y mantenimiento.
- **Crédito, pasivos financieros e intereses:** el valor del crédito o leasing con el que cuenta la Cooperativa Royal Express es bastante alto, tanto así que el valor que necesitaría para poner a funcionar el proyecto solo representa un **40,8%** del valor total de este, sin embargo para que el proyecto fuese más rentable sería mejor no depender de préstamos o créditos, esto debido a que como se mostró en el capítulo 9 el valor total de los gastos financieros o intereses durante los 5 años en los que se estudió el proyecto es de **\$ 74`625.225** pesos lo cual representa un **37,6%** del valor total de la inversión; es decir, se está pagando un **37,6%** más por lo que se prestó inicialmente.
- **Costos de personal:** los costos correspondientes al personal fueron bastante bajos a pesar de que se realizaron los ingresos de dos operarios en los periodos 2 y 5, sin embargo, estos valores solo se tomaron para la realización de la estimación, ya que en la cotidianidad el salario de un técnico mecánico puede llegar a ser del doble del valor asumido en este

ejercicio. Los costos de personal podrían disminuir sustancialmente si los vehículos de la Cooperativa Royal Express no contasen con rutas y horarios laborales tan extensos, lo cual liberaría tiempo de disponibilidad en los vehículos para la realización de mantenimiento preventivo, haciendo así que se pueda aprovechar al máximo el tiempo de labor de los operarios y disminuyendo así la cantidad que se necesiten de estos.

- **Ventas y recaudos:** los valores correspondientes a ventas de repuestos e insumos y a recaudos por prestación del servicio de mantenimiento preventivo fueron bastante altos, es de aclarar que para que el proyecto presente estos valores, se tienen que cumplir las condiciones asumidas para la estimación de los mismos, es decir, si se quieren generar esos ingresos, como mínimo TODOS los vehículos asociados a la Cooperativa Royal Express deberían de hacer uso de los servicios brindados por el centro de servicio técnico.
- **Estado de resultados:** como se evidenció en el estado de resultados, el proyecto del centro de servicio técnico promete ser bastante rentable si se cumplen las condiciones asumidas durante su diseño técnico y económico, tanto es así, que el centro de servicio técnico solo presentaría pérdidas de dinero mínimas durante su primer año operación, claro está, sin contar con cualquier imprevisto que se pudiese presentar durante su puesta en marcha u operación.
- **Flujo de caja:** analizando el flujo de caja se pudo determinar que el centro de servicio técnico presentará una baja liquidez de dinero durante sus primeros 3 años de operación, esto es debido a que los costos de adquisición de la materia prima con que se trabajará (insumos y repuestos) representa la mayor parte de los costos de operación; para mejorar esto, se podría negociar con los proveedores de insumos y repuestos un aumento en los plazos de cancelación de los productos adquiridos. También, se

podría optar por reducir el monto de la inversión en maquinaria y equipos, buscando proveedores más asequibles u optando por adquirir equipos de segunda mano.

- **Punto de equilibrio:** el punto de equilibrio se situó bastante por debajo de los pronósticos en ventas (Numeral 8.4) que se tenían para el primer año de operación del centro de servicio técnico, esto debido a que la mayor parte de los costos y gastos en los que incurriría el centro de servicio técnico de la Cooperativa Royal Express serían de naturaleza variable, es decir, que dependerían del número de unidades vendidas. Si se quisiese disminuir el punto de equilibrio a un valor mínimo, el precio de venta tanto de los servicios de mantenimiento como de los repuestos e insumos tendría que aumentar considerablemente, lo que podría ocasionar una pérdida de clientela bastante significativa.
- **Tiempo de recuperación de la inversión:** puesto que el valor del tiempo en el que se debería de recuperar la inversión inicial realizada para el proyecto depende directamente de los flujos de caja netos y acumulados, estos se tendrían que mejorar para que este valor de tiempo de recuperación disminuyese significativamente, para esto se podrían ejecutar las observaciones y recomendaciones que se realizaron anteriormente, o también se podría optar por realizarle una inyección de efectivo a la empresa representada en una reinversión en los primeros años, para así mejorar sustancialmente los flujos de caja y por ende disminuir el tiempo en el que se recupere la inversión inicial realizada.

10. CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño técnico de un centro de servicio técnico vehicular enfocado en una flota de transporte especial.
- Se realizó el diseño económico de un centro de servicio técnico vehicular.
- Se realizó el diseño de un plan de mantenimiento preventivo vehicular.
- Se evidenció que el mayor número de posibles intervenciones de mantenimiento que puede requerir un vehículo corresponden a los sistemas motor, frenos y suspensión.
- Se observó que la normatividad colombiana que ampara el mantenimiento vehicular en las flotas con más de 10 vehículos es bastante estricta en cuanto a los controles que las empresas propietarias de estas flotas ejercen sobre el correcto cuidado de los vehículos que las componen.
- Se evidenció que una de las mayores dificultades con las que cuenta la Cooperativa Royal Express a la hora de realizar mantenimiento preventivo sobre los vehículos de su flota es la falta de disponibilidad de tiempo que tienen estos vehículos, debido a que son vehículos que realizan rutas y recorridos constantes durante el día y la semana.
- Con la propuesta económica elaborada se evidenció que el proyecto sería rentable para ser un modelo de negocio bastante común, sin embargo, el posible éxito de este depende directamente de la empresa; esto debido a que los posibles futuros clientes serían los mismos asociados de la cooperativa.
- Se evidenció que a pesar de que el proyecto sería muy rentable (solo presenta pérdidas en el primer año de operación), presenta una muy baja liquidez durante sus primeros 3 años de operación, lo que conlleva a que sea necesario realizar reinversiones en estos periodos para mejorar el flujo de caja del proyecto.

- Se observó que a pesar de que el aumento en las ventas año tras año es bajo (solo del 10% anual), la utilidad neta aumenta alrededor de un 50% cada año durante los periodos de estudio del proyecto.
- Se observó que el punto de equilibrio del proyecto está muy por debajo de los niveles de ventas pronosticados.
- Se observó que si se decide aumentar el precio de venta al público tanto de los servicios de mantenimiento preventivo como de los insumos y repuestos se lograría disminuir el punto de equilibrio, corriendo el riesgo de ahuyentar clientes.
- En las visitas realizadas a los diferentes talleres y servitecas se observó que uno de los principales problemas que presentaban era el alto tiempo que los vehículos permanecían allí después de ser reparados o revisados, lo que ocasionaba perdidas de disponibilidad de los técnicos mecánicos para poder atender más vehículos que iban llegando.
- Se observó que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en una flota vehicular representa bastantes beneficios para los propietarios de la esta, debido a que pueden realizar un control activo del estado de su flota, así como también pueden disminuir los costos de mantenimiento y el número de varadas intempestivas.
- Se observó que, si se llegase a mejorar la disponibilidad de los vehículos vinculados a la Cooperativa Royal Express, el número de empleados necesarios para operar el centro de servicio técnico seria mucho menor, disminuyendo los costos de personal y aumentando la utilidad.

11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estudio económico suponiendo que la inversión inicial se efectuará con recursos propios (en caso de contar con ellos), para así evitar el uso de créditos lo que conllevaría a incurrir en seguros, intereses, gastos bancarios y financieros, etc.
- A pesar de que los resultados obtenidos en el capítulo 9 son bastante prometedores, se recomienda procurar que la inversión inicial no sea muy elevada, esto debido a la incertidumbre que puede presentar el proyecto ya que sería un establecimiento nuevo y no contaría con reconocimiento y confianza por parte de los clientes que componen el posible mercado.
- Se recomienda invertir en maquinaria de segunda mano (pero en buen estado), esto para bajar el monto de la inversión inicial.
- Después de iniciada la operación, se recomienda realizar un estudio más detallado a los niveles de inventarios, esto debido a que no se conoce con certeza cuáles serán los niveles promedio de ventas mensuales además de que tampoco se conocen cuáles serán las referencias de insumos y repuestos más consumidos por los usuarios de los servicios de mantenimiento.
- En caso de que la inversión inicial se realice por medio del uso de un crédito, se recomienda realizar reinversiones anuales al centro de servicio técnico (ya sea adquiriendo activos, ampliando la gama de servicios a prestar o pagando las deudas que se tengan), esto con el fin de agilizar el tiempo de recuperación de la inversión y de mejorar los flujos de caja netos del proyecto.
- Se recomienda que entre el personal del centro de servicio técnico haya por lo menos un empleado con un alto nivel de experiencia y de conocimientos técnicos en el área del mantenimiento automotriz, esto con el objetivo de

que influya positivamente en como realizan las actividades de mantenimiento los demás operarios mejorando sus habilidades cada día.

- Se recomienda que el estudio económico sea realizado más a fondo por una persona que cuente con unos conocimientos más amplios que los del autor en materia de formulación y evaluación de proyectos de inversión.

12. BIBLIOGRAFIA

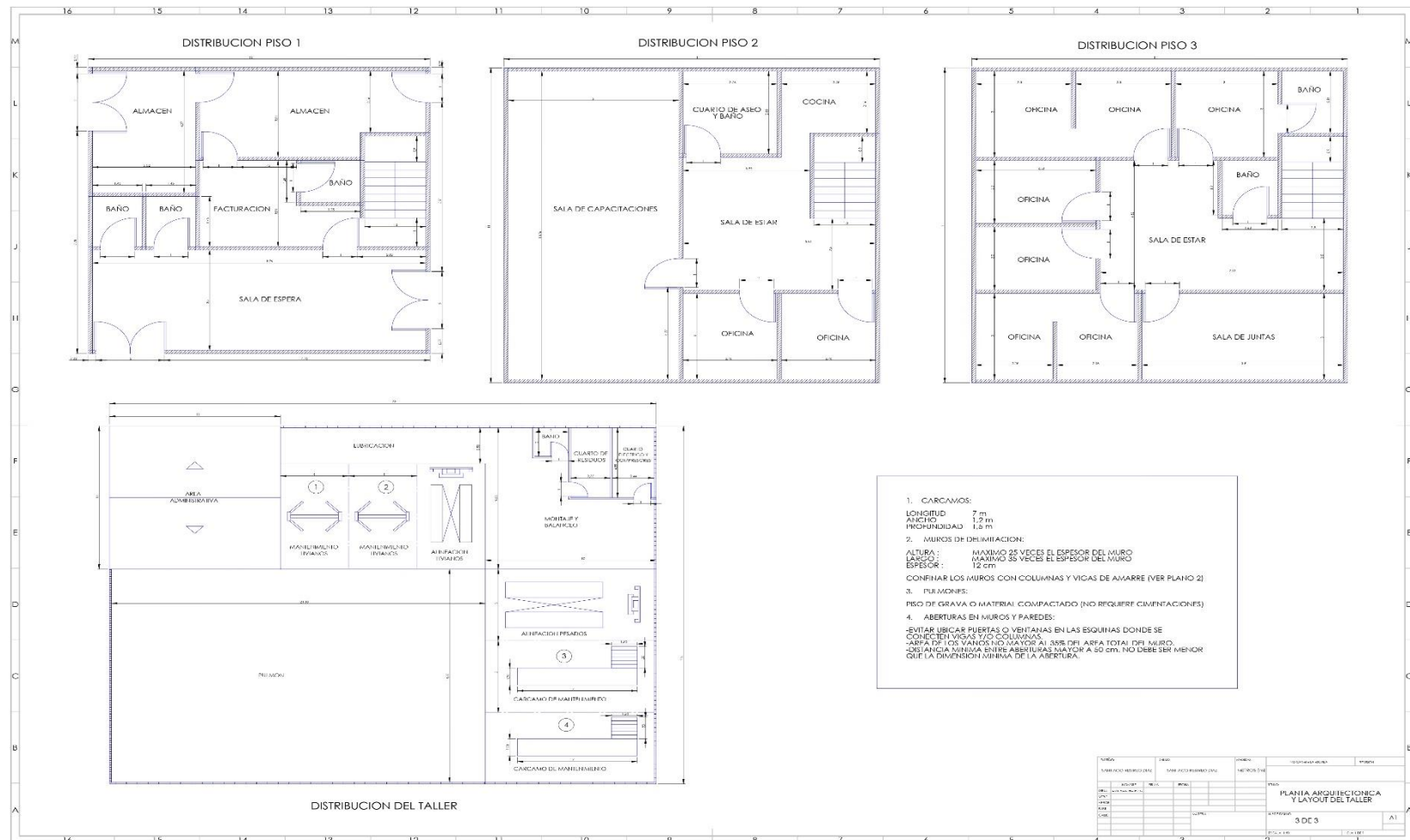
- [1]** RIOS ROMAN, Víctor Hugo. Sistematización de la planeación del mantenimiento de una flota de vehículos de pasajeros, Universidad Tecnológica de Pereira, 2014.
- [2]** MONTILLA MONTAÑA, Carlos Alberto. Fundamentos de mantenimiento industrial. Pereira, Risaralda, Colombia: Editorial UTP, 2016.
- [3]** HERRERA S, Humberto. ROMERO PIEDRAHITA, Carlos Alberto. Mantenimiento de vehículos. Pereira, Risaralda, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira, 1993.
- [4]** GUTIERREZ PALACIO, María Sara. Plan de negocios de un taller mecánico para trabajos rápidos, Universidad EAFIT, 2008.
- [5]** SILVA MARTINEZ, Carlos Eduardo. Diseño de un sistema de mantenimiento para equipos móviles de transporte de carga terrestre, Universidad Tecnológica de Pereira, 2007.
- [6]** FRANCO MARULANDA, Raúl Alberto. Plan de mantenimiento preventivo para vehículos de movimiento de tierra del municipio de Santa Rosa de Cabal, Universidad Tecnológica de Pereira, 2017.
- [7]** MONTES VILLADA, Juan David. Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), Universidad Tecnológica de Pereira, 2013.
- [8]** MONTILLA MONTAÑA, Carlos Alberto. Notas de clase, Curso de Mantenimiento y lubricación, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Risaralda, Colombia, mayo, 2018.
- [9]** COOK SARMIENTO, German. Notas de clase, Curso de Ingeniería de métodos, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Risaralda, Colombia, mayo, 2017.
- [10]** SANTA ALVARADO, Adriana María. Notas de clase, Curso de Contabilidad industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Risaralda, Colombia, mayo, 2017.

[11] GOYES ANDRADE, José Hernán. Notas de clase, Curso de Organización de la empresa industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Risaralda, Colombia, septiembre, 2017.

[12] Registro único de tránsito, cifras año 2019.

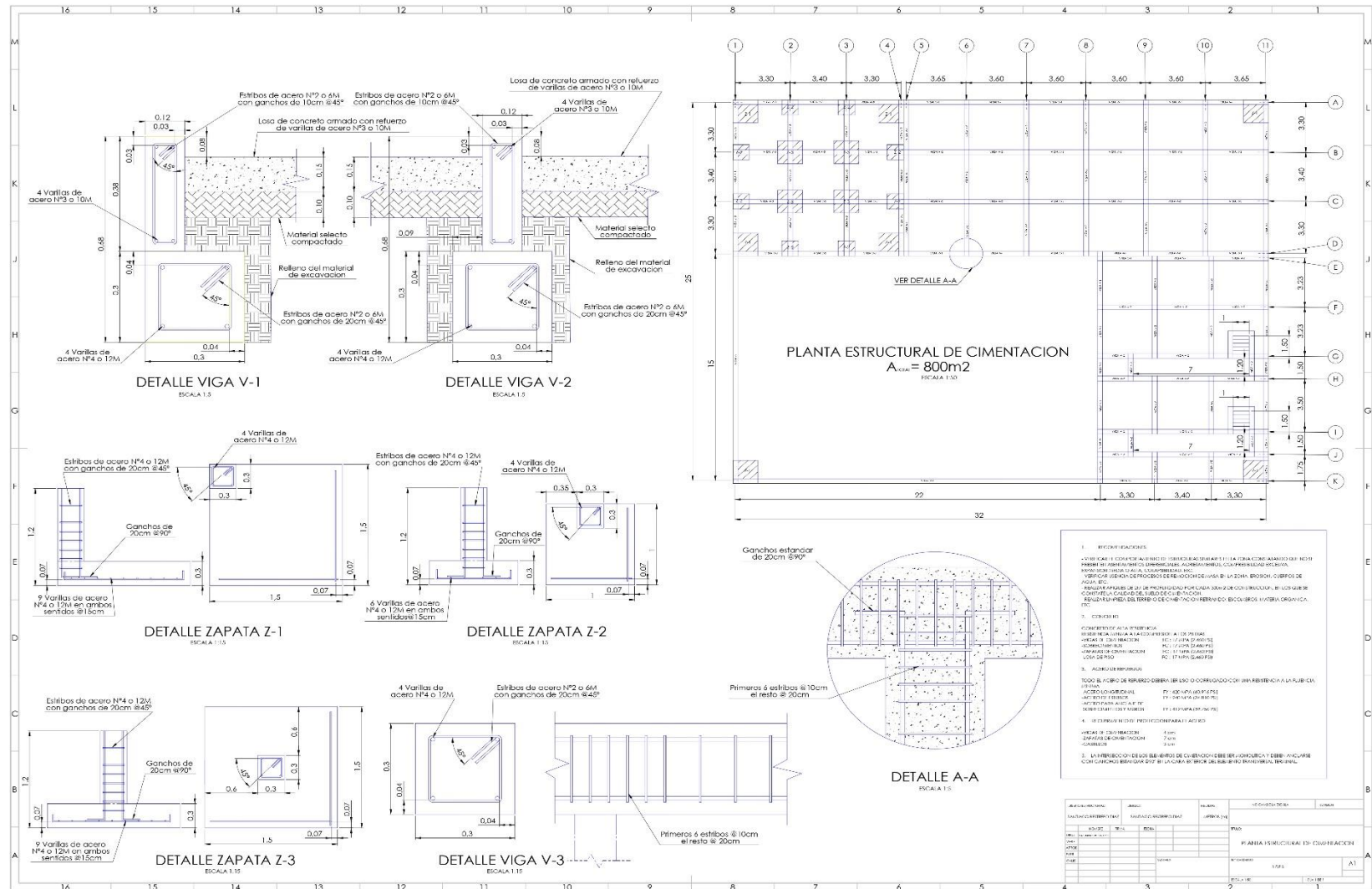
13. ANEXOS

Plano de distribución del taller



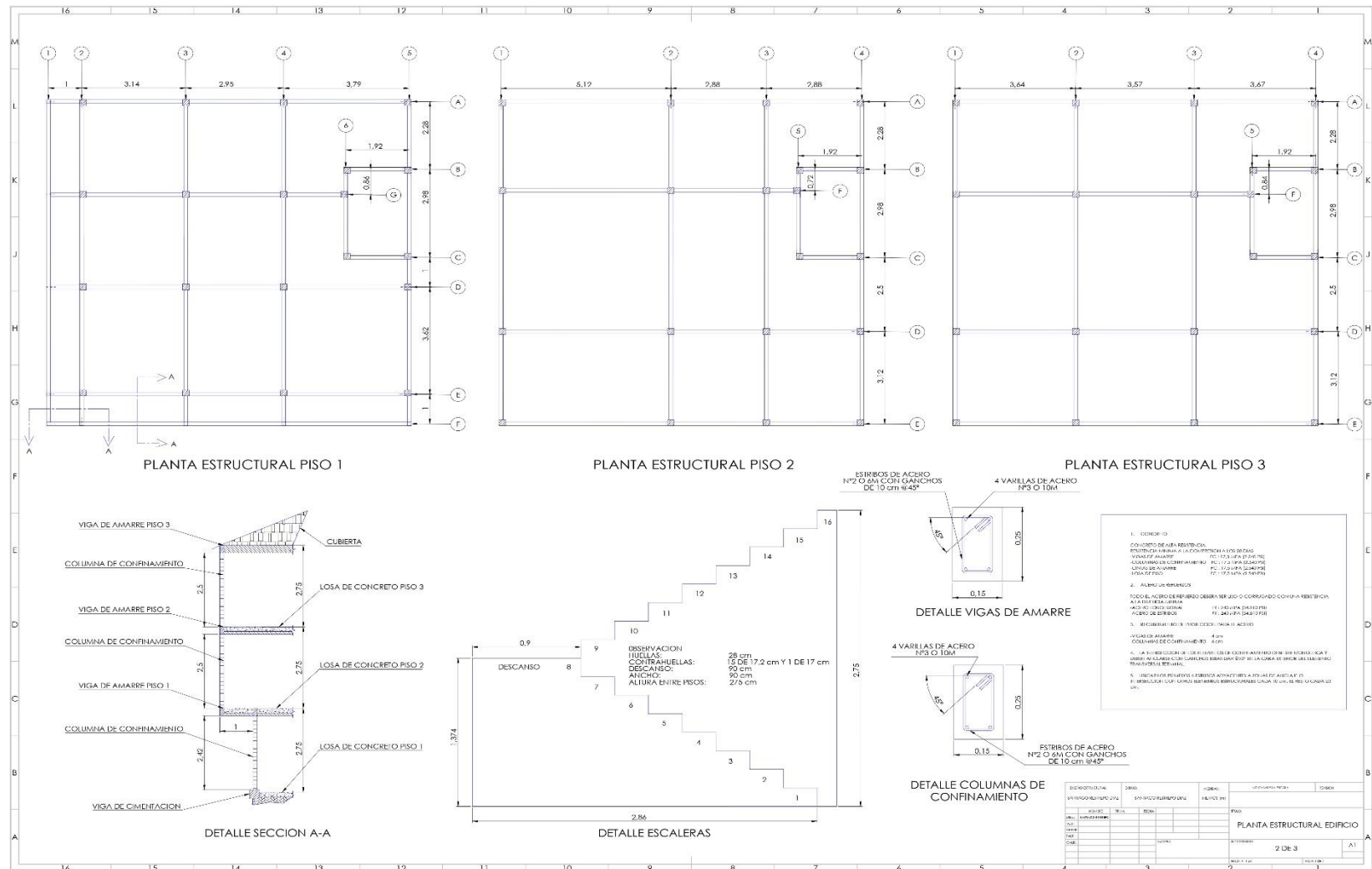
Fuente. El autor

Plano de construcción del taller 1



Fuente. El autor

Plano de construcción del taller 2



Fuente. El autor